



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola Tècnica Superior d'Enginyeries
Industrial i Aeronàutica de Terrassa

TRABAJO FIN DE GRADO

Grado en Ingeniería industrial eléctrica

**PROYECTO M.T./B.T. CON ENLACE C.D. EN EL
POLIGONO INDUSTRIAL DE PALAU DE
PLEGAMANS**

Autor: Marc Redondo Sotos
Director: Jaume Saura
Convocatòria: 06-2019

Resum

Aquest projecte recull l'estudi sobre l'electrificació d'una indústria ubicada al carrer Vallès, 28, situat al nexa del polígons de Santa Perpètua de Mogoda i Palau-solità i Plegamans.

L'obra consisteix en el soterrament d'un tram on es retiraran quatre suports de mitja tensió i se soterraran dues línies de 25kV, realitzant una entrada/sortida al centre de la transformació la qual estarà ubicada a l'interior de la parcel·la on està ubicada la indústria sol·licitant.

L'objectiu del present projecte és estudiar les condicions tècniques, d'execució i econòmiques per poder dur a terme l'electrificació de la indústria segons la normativa vigent.

Resumen

Este proyecto recoge el estudio sobre la electrificación de una industria ubicada en la calle Vallès, 28, situada en el nexo de los polígonos de Santa Perpétua de Mogoda y Palau Solità i Plegamans.

La obra consiste en el soterramiento de un tramo donde se retiraran cuatro apoyos de media tensión y se soterraran dos líneas de 25kV, realizando una entrada/salida en el centro de transformación el cual estará ubicado en el interior de la parcela donde está ubicada la industria solicitante.

El objetivo del presente proyecto es estudiar las condiciones técnicas, de ejecución y económicas para poder llevar a cabo la electrificación de la industria según la normativa vigente.

Abstract

This project collects the survey on the electrification of an industry sited at the street Vallès, 28, situated at the nexus of the polygons of Santa Perpètua of Mogoda and Palau-Solità and Plegamans.

The work consists at the burial of a stretch where will remove four supports of half tension and will burial two lines of 25kV, realising an entrance/exited at the centre of the transformation which will be sited at the interior of the plot where is sited the industry soliciting.

The aim of the present project is to study the technical conditions, of execution and economic to be able to carry out the electrification of the industry according to the valid rule

Agradecimientos

A todos los profesionales de empresas externas, expertos en materia, que han querido compartir conocimientos y dedicar parte de su tiempo a este proyecto. A la empresa Ingenieros E-metres S.L por facilitar al autor el acceso a la consulta de proyectos de media tensión. A los familiares y amigos por la ayuda recibida.

Finalmente, agradecer a Jaume Saura, tutor del proyecto, por haber guiado desde el comienzo y ayudado a la elaboración y desarrollo del proyecto.

Índice

RESUM	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	III
AGRADECIMIENTOS	V
1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Antecedentes y objeto del proyecto	2
1.2. Alcance	2
1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales	3
1.4. Emplazamiento	4
1.5. Programa de necesidades	4
1.6. Características generales de la instalación	5
1.7. Descripción del nuevo Centro de distribución	5
2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN	9
2.1. Descripción de las instalaciones	9
2.1.1. Trazado de la línea	9
2.1.2. Cruzamientos	10
2.1.3. Canalizaciones	11
2.2. Cable subterráneo	12
2.2.1. Proceso de tendido	13
2.2.2. Conexiones, empalmes y terminaciones	15
3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN	16
3.1. Descripción de la instalación	16
3.1.1. Vanos a desmontar	17
3.1.2. Vanos a retensar	17
3.1.3. Cruzamientos y paralelismos	18
3.1.4. Empalmes y conexiones	18
3.1.5. Herrajes	19
3.1.6. Aisladores	19

3.1.7.	Nuevo apoyo a instalar (X1)	20
3.1.8.	Conversión aéreo/subterránea	22
3.1.9.	Apoyos a desmontar	22
4.	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	23
4.1.	Objeto	23
4.2.	Campo de aplicación	23
4.3.	Características generales	23
4.4.	Características de Obra civil	25
4.4.1.	Ubicación y accesos	25
4.4.2.	Dimensiones	26
4.4.3.	Superficies de ocupación	27
4.4.4.	Elementos constructivos	29
4.4.5.	Cimentación	30
4.4.6.	Canalizaciones de entrada de cables	30
4.4.7.	Recogida de aceite	31
4.4.8.	Puertas de acceso	31
4.4.9.	Ventilación	32
4.4.10.	Equipotencialidad	32
4.4.11.	Insonorización y medidas antivibratoras	33
4.4.12.	Contraincendios	34
4.5.	Instalación eléctrica	34
4.5.1.	Cables M.T.	34
4.5.2.	Cables y terminales M.T. para conexión entre transformador y maquinaria	35
4.5.3.	Maquinaria de Alta Tensión	35
4.5.4.	Protección contra cortocircuitos, sobreintensidades y faltas a tierra	36
4.5.5.	Protección contra contactos directos accidentales	37
4.5.6.	Instalación de puesta a tierra	37
4.5.7.	Instalaciones auxiliares	39
5.	PLAZO DE PUESTA EN MARCHA	40
6.	CÁLCULOS	42
6.1.	Cálculos eléctricos línea subterránea M.T.	42
6.1.1.	Intensidad máxima admisible	42
6.1.2.	Caída de tensión	42
6.1.3.	Sección mínima para corrientes de cortocircuito	43
6.2.	Cálculos eléctricos línea aérea M.T.	44

6.2.1.	Cálculos eléctricos.....	44
6.2.2.	Cálculos mecánicos.....	47
6.3.	Cálculos del nuevo Centro de Transformación.....	56
6.3.1.	Dimensionado del embarrado	56
6.3.2.	Dimensionado de la ventilación del centro de transformación.....	57
6.3.3.	Dimensionado del pozo de recogida de líquido refrigerante	58
6.3.4.	Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra	58
7.	PLIEGO DE CONDICIONES	70
7.1.	Pliego de condiciones facultativo-administrativo	70
7.1.1.	Objeto.....	70
7.1.2.	Campo de aplicación.....	70
7.1.3.	Normativa de aplicación	71
7.1.4.	Condiciones de índole administrativo.....	75
7.1.5.	Condiciones de índole facultativo	76
7.2.	Pliego de condiciones técnico. Líneas subterráneas M.T.	78
7.2.1.	Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos	78
7.2.2.	Condiciones de ejecución y montaje	84
7.2.3.	Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad	94
7.2.4.	Inspecciones periódicas.....	96
7.3.	Pliego de condiciones técnico. Líneas aéreas M.T.	99
7.3.1.	Características, calidades, y condiciones generales de los materiales eléctricos	99
7.3.2.	Condiciones técnicas de ejecución de redes aéreas de media tensión.....	102
7.3.3.	Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad	120
7.3.4.	Inspecciones periódicas.....	123
7.4.	Pliego de condiciones técnico. Centros de transformación	125
7.4.1.	Características, calidades, y condiciones generales de los materiales de obra civil y eléctricos	125
7.4.2.	Condiciones de ejecución y montaje	128
7.4.3.	Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad	130
7.4.4.	Inspecciones periódicas.....	134
8.	ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD	138
8.1.	Objeto.....	138
8.2.	Obligaciones del contratista	138
8.3.	Actividades básicas	138
8.4.	Identificación de riesgos	140
8.4.1.	Riesgos laborales.....	140

8.4.2. Riesgos y daños a terceros	143
8.5. Medidas preventivas	143
8.5.1. Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo	143
8.5.2. Prevención de riesgos laborales a nivel individual	145
8.5.3. Prevención de riesgos de daños a terceros	147
8.6. Normativa aplicable	147
9. CONCLUSIONES	151
DECLARACIÓN DE HONOR	153
BIBLIOGRAFIA	154



1. Introducción

1.1. Antecedentes y objeto del proyecto

El polígono industrial de Palau-Solità i Plegamans (Barcelona), está creciendo mucho debido a su ubicación y a su fácil acceso por distintas autovías y carreteras. Eso hace que cada vez más empresas del sector industrial ubiquen sus instalaciones en el polígono.

La empresa PAPELERA DEL VALLES S.L. pide suministro eléctrico, se ubicará en la Calle Vallès, zona del polígono más cercana a Santa Perpetua de la Mogoda.

El presente proyecto tiene como objetivo definir las características del soterramiento de dos líneas aéreas de 25kV que actualmente pasan por delante de la nueva ubicación de la empresa, y del centro de transformación destinado a la alimentación de la misma.

Este proyecto se presenta con la finalidad de obtener la autorización administrativa, así como la aprobación del proyecto de ejecución de acuerdo con el artículo 5º del Decreto 351/87 de 23 de noviembre de la Generalitat de Cataluña.

1.2. Alcance

Este proyecto tiene como finalidad tratar de establecer y justificar los datos necesarios para poder llevar a cabo el soterramiento de dos líneas aéreas de 25kV y la ejecución de una instalación de un centro de transformación para poder alimentar la fábrica.

Alcance del proyecto:

- Reforma del tramo de línea aérea de media tensión de 25kV, comprendida entre los apoyos existentes A178172, A287350, A178166 y A178334.
 - Retirar los apoyos A178172, A287350, A178166 y A178334.
 - Retirar 160 x 2 metros de conductores aéreos LA110 existentes entre los apoyos.
 - Retensado de 102 x 2 metros de conductor LA110 existente entre apoyo más cercano y el nuevo apoyo a instalar.
 - Instalación de un nuevo apoyo (X1) final de línea.

- Conversión aéreo/subterránea en apoyo a instalar (X1).

- Realización de nueva canalización entre el apoyo X1 y el centro de transformación con una longitud aproximada de 160 metros.
- Tendido de una línea subterránea de media tensión con conductor RHZ1 Al, 18/30kV 1x240 mm² Al + H16 desde A1 a centro de transformación, con una longitud aproximada de 160 metros.
- Realización de los empalmes necesarios para la extensión de red MT soterrada.
- Realización de entrada/salida MT para energizar el centro de transformación.
- Instalación de un nuevo centro de transformación de tipo prefabricado, tipo PFU-4 de Inael.

1.3. Reglamentación y disposiciones oficiales

Normas generales:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantía de seguridad en instalaciones eléctricas de Alta tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento electro técnico de Baja tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Reglamento sobre condiciones técnicas de seguridad en líneas eléctricas de Alta tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas particulares de la Compañía suministradora de energía eléctrica.
- Condiciones impuestas por entidades públicas afectadas.

Otras normas y recomendaciones para el diseño del aparataje eléctrico:

- Circulares nº1 de 1985 y nº1/03AT de la Consejería de Industria y Energía, y todas aquellas que le sean de aplicación.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales General, y reglamentos y desarrollos posteriores.
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.

Cómo se puede observar en el catastro la superficie de la parcela es de 1843 metros cuadrados, por lo tanto según la ITC-BT-10 la carga total mínima por que se prevé es de 230,375 kW.

1.6. Características generales de la instalación

Los trabajos que engloban las características generales de la instalación los podríamos dividir en los siguientes apartados:

- Desmontaje de un tramo de línea aérea de MT. El cual engloba 4 apoyos (1 de hormigón + 3 apoyos metálicos) y sus respectivos vanos.
- Instalación de un nuevo apoyo de fin de línea (X1) con conversión aéreo/subterránea.
- Retensado de los conductores aéreos de los vanos contiguos al nuevo apoyo X1.
- Realización de canalización subterránea.
- Realización de 6 empalmes para conectar las 3 fases de cada una de las líneas.
- Instalación de un nuevo centro de Transformación.
- Realización de entrada/salida para energizar el nuevo centro de Transformación.

1.7. Descripción del nuevo Centro de distribución

El nuevo centro de distribución a instalar será del tipo prefabricado de superficie.

Estará ubicado en la misma calle Vallès en el número 28, al término municipal de Santa Perpetua de la Mogoda.

La potencia máxima admisible de la instalación será de un transformador de 1000 kVA, siendo todos los elementos de la instalación calculados para esta potencia.

Dada la potencia conectada en la red de B.T., se instalará un transformador de 400 kVA con una relación de transformación 25/0,42 kV.

El aparataje de MT a instalar consiste en un conjunto de celdas con envoltorio metálico y aislamiento en SF6 con dos interruptores seccionadores de 630A por entrada y salida de líneas y un interruptor seccionador con fusibles de 25A por protección del transformador.

Dado que no se cumplen las condiciones fijadas en la instrucción ITC-RAT 13 Capítulo 7, apartado 7.7, en lo referente a centros de distribución, las puestas a tierra de protección y de servicio adoptarán la configuración de “Tierras únicas”.

Las conexiones de los nuevos elementos metálicos a este circuito se realizarán con conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección. En el Anexo Y de cálculo de la instalación de puesta a tierra se justifica este conductor por límite térmico.

En el anexo de documentos de cálculos justificativos de este proyecto se incluye el cálculo justificativo de la instalación de puesta a tierra del CD, los campos electromagnéticos, las ventilaciones y las emisiones sonoras.

1. Emplazamiento	Calle Valles nº 28.
2. Tipo	Interior. Caseta prefabricada de superficie (Inael)
3. Relación de transformación	25000/420 V
4. Número máximo de transformadores de 1000 kVA que admite el CD	2 transformador
5. Número de transformadores instalados i potencia	Número de transformadores instalados: 1 Potencia Trafo 1: 400 kVA
6. Número de celdas AT de línea	2
7. Número de celdas AT de protección	1
8. Protección contra sobre intensidades	Cortacircuitos
9. Protección contra sobrecargas	Termómetro o Interruptor automático
10. Puesta a tierra	Tierras únicas

Tabla 1.1. Características principales del centro de transformación



2. LÍNEA SUBTERRÁNEA DE MEDIA TENSIÓN

2.1. Descripción de las instalaciones

Entre las obras a realizar en el presente proyecto se incluye el soterramiento de dos nuevas redes de 25 kV:

Tendido de dos nuevos circuitos en paralelo de media tensión por canalización de nueva ejecución.

Línea:	Trifásica sin neutro
Tensión nominal (U):	25 kV
Clase de corriente:	Alterna 50 Hz
Disposición:	Conductor entubado
Conductores:	RHZ1 Al, 18/30kV 1x240 mm ² Al + H16

Tabla 2.1. Características principales del circuito

2.1.1. Trazado de la línea

El trazado se ejecutará paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales hasta una profundidad de 0,9 m y ancho de 0,4 m para albergar el circuito subterráneo.

Solo se tenderá un nuevo tramo de línea subterránea de media tensión. Este tramo se realizará mediante conductor RHZ1 Al, 18/30kV 1x240 mm² Al + H16, por canalización nueva a ejecutar.

Este primer y único tramo partirá desde nueva conversión aéreo-subterránea en nuevo apoyo (X1) hasta a la red subterránea existente, con una longitud aproximada de conductor de 160 m.

2.1.2. Cruzamientos

Las condiciones a las que tenemos que adaptar los cruzamientos de cables soterrados son los siguientes:

- Calles y carreteras: los cables se colocarán en tubos hormigonados en toda la longitud con una profundidad mínima de 1 metro. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje de la vía.
- Con cables de telecomunicaciones: la separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será 0,2 metros. Cuando no se pueda respetar alguna de estas distancias, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separado mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, hasta 2 metros a cada lado del cruce. La distancia del punto de cruce y los empalmes, tanto del cable de la energía como el de comunicación, será superior a 1 metro.
- Canalizaciones de agua y gas: la separación mínima entre cables de energía y canalizaciones de agua o gas será de 0,2 metros. Cuando no se pueda respetar esta distancia, se dispondrá una separación, por parte de la última canalización a realizarse, mediante tubos, conductos o divisorios.
- Conducciones de alcantarillado: se procurará pasar los cables por encima del alcantarillado. Queda prohibido incidir a su interior. En el caso que no fuese posible, se pasaría por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Con depósitos de carburante: los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y con una distancia mínima de 1,20 metros del depósito. Los extremos de los tubos sobrepasarán al depósito en 2 metros por cada extremo.

2.1.3. Canalizaciones

Para el tramo a soterrar será necesario canalizar una longitud de 175 m de conductor. En los planos adjuntos se indican las características y detalles de las canalizaciones a realizar.

Consistirá en zanjas de dimensiones mínimas según planos adjuntos, en las que los cables se dispondrán enterrados directamente en el terreno. En las zonas de entrada de vehículos, en las que no se prevea el paso de vehículos de gran tonelaje, se dispondrán dentro de tubos en seco (sin hormigonar). En los accesos de fincas de vehículos de gran tonelaje y los cruces de calzada, se dispondrán dentro de tubos hormigonados.

El tendido de un circuito por acera de hormigón, se realizará por una zanja de 0,40 m de anchura y 0,90 m de profundidad, donde los cables irán enterrados directamente protegidos por un dado de arena de 0,30 m de espesor y que los rodeará totalmente. Encima de la arena se ubicará una placa de protección mecánica, y por encima de él, a 0,25 m como mínimo, y 0,10 m como mínimo por debajo del pavimento, se ubicará una cinta de señalización que adviertan de la existencia de los cables eléctricos de MT.

El tendido de un circuito para paso de vado en acera de hormigón, se realizará por una zanja de 0,50m de anchura y 0,96 m de profundidad, con dos tubos de 160mm de diámetro protegidos por un dado de arena de 0,25m de espesor y que los rodeará totalmente. Encima de la arena se colocarán dos placas de protección mecánica, y por encima de él, a 0,25 m como mínimo, y 0,10 m como mínimo por debajo del pavimento, se colocarán dos cintas de señalización que adviertan de la existencia de los cables eléctricos de MT.

Finalmente se repondrá el pavimento con las mismas características que el existente.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible. Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el Ayuntamiento. Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc. En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines y otros similares.

2.2. Cable subterráneo

El conductor tendrá las siguientes características: (RHZ1 Al, 18/30kV 1x240 mm² Al + H16)

Tipo de cable	Cable unipolar, campo radial, aislamiento seco termoestable, serie 18/30 kV.
Sección	240 mm ²
Normativa	UNE-211620
Intensidad máxima admisible	345 A
Resistencia eléctrica del conductor a 20°C	0,125 Ω/Km
Resistencia eléctrica del conductor a 90°C	0,161 Ω/Km
Reactancia	0,113 Ω/Km
Peso del cable	1930 Kg/km
Límite térmico del conductor (T=250°C 1s)	37,2 kA
Radio mínimo curvatura	629 mm

Tabla 2.2. Características principales del cable

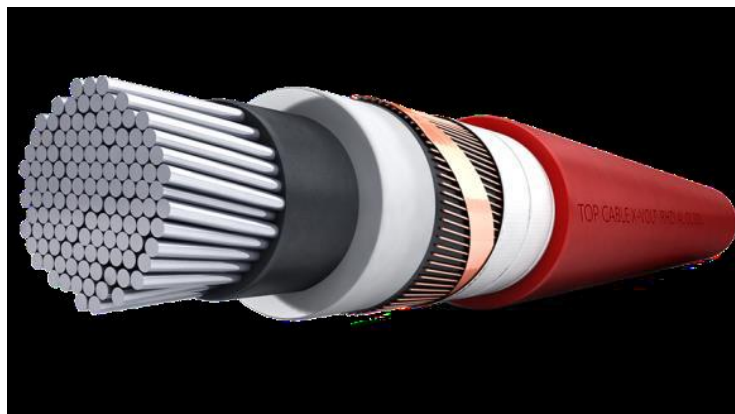


Imagen 2.1. Imagen del cable a instalar

2.2.1. Proceso de tendido

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja. También se puede tender mediante cabestrantes tirando del extremo del cable al que se habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable, adoptándose, durante el tendido, las precauciones necesarias para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de bloques de hormigón vibrado de 50x25x6 cm. La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido. Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Ingeniero-Director y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra, por parte del Contratista, deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad. Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originado un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En caso de canalización con cables unipolares:

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Alta tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de alta tensión, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

En canalizaciones con grandes tramos entubados se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en la memoria descriptiva o, en su defecto, donde señale el Ingeniero-Director.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

2.2.2. Conexiones, empalmes y terminaciones

Los empalmes del conductor serán de tipo normalizado por la compañía suministradora para este fin, para realización en frío, de tensión de servicio nominal 18/36 kV, específicos para el tipo y sección de cable a empalmar.

La conexión de los cables en la entrada y salida de las celdas de las estaciones, ya en el interior de las mismas, se dispondrán conectores enchufables, tipo K400TB o similar, normalizado por la compañía suministradora para este fin, roscado y totalmente apantallado, de tensión de servicio nominal 18/36 kV.

3. LÍNEA AÉREA DE MEDIA TENSIÓN

3.1. Descripción de la instalación

El primer paso a realizar cómo bien se nombra en el alcance trata de la reforma del tramo de línea aérea de media tensión de 25 kV. Concretamente con el desmontaje de redes de distribución aéreas de 25 kV:

- Desmontaje de 3 apoyos metálicos: A178172, A287350 y A178166.
- Desmontaje de apoyo de hormigón A178334.
- Desmontaje de los vanos existentes en el tramo.
- Retensado del conductor aéreo LA 110 (X1) en dos vanos.
- Instalación de nuevo apoyo final de línea con conversión aéreo/subterránea en X1.

Características del tramo aéreo a desmontar:

Línea:	URVASA 1
Tensión nominal (U):	25 kV
Categoría:	A
Clase de corriente:	Alterna 50Hz
Conductores:	LA 110

Tabla 3.1. Tabla de características línea 1

Línea:	LLAGOSTA
Tensión nominal (U):	25 kV
Categoría:	A
Clase de corriente:	Alterna 50Hz
Conductores:	LA 110

Tabla 3.2. Tabla de características línea 2

3.1.1. Vanos a desmontar

Como se observa en los planos de planta general, las dos líneas aéreas de MT tienen distancias distintas ya que “LLAGOSTA” tiene menos distancia debido a que realiza una conversión en el apoyo A178172 en cambio “URVASA 1” hace su conversión en el apoyo de hormigón A178334.

- Línea aérea de MT (LLAGOSTA)

Desde	Hasta	Conductor	Distancia (m)
A178172	A178166	LA 110	158

- Línea aérea de MT (URVASA 1)

Desde	Hasta	Conductor	Distancia (m)
A178334	A178166	LA 110	166

3.1.2. Vanos a retensar

El nuevo fin de línea a instalar (X1) está a 102 m de distancia con el siguiente apoyo metálico existente.

Desde	Hasta	Conductor	Distancia (m)
Apoyo existente	X1	LA 110 x2	102

3.1.3. Cruzamientos y paralelismos

A lo largo del recorrido de la línea, serán de aplicación cada una de las normas especificadas ITC-LAT 07, 5.1 y siguientes.

Tal como se recoge en ITC-LAT 07, 5.6 en los cruces con líneas eléctricas y de telecomunicación, el cruce se efectuará preferentemente en la proximidad de uno de los apoyos de la línea de tensión más elevada, pero la distancia entre los conductores de la línea inferior y las partes más próximas de los apoyos de la superior no será menor de $(1,50 + D_{el})$ metros; mientras que la mínima distancia vertical entre los conductores de ambas líneas, en las condiciones más desfavorables, no deberá ser inferior a $(2,50 + D_{pp})$ metros; donde D_{el} y D_{pp} son las distancias de aislamiento eléctrico definidas en la Tabla 15 ITC-LAT 07, 5.2.

En el caso de cruces con carreteras, la altura mínima de los conductores sobre la rasante de la carretera será de $(6,3 + D_{el})$ metros, con un mínimo de 7,0 metros. Las distancias al terreno en todos los casos son superiores a las reglamentarias, como se muestra en el plano de perfil longitudinal correspondiente.

3.1.4. Empalmes y conexiones

Los empalmes y las conexiones de conductores no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor. Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga del cable empalmado.

La conexión de conductores solo podrá ser realizada en conductores sin tensión mecánica o en las uniones de conductores realizadas en el bucle entre cadenas horizontales de un apoyo, pero en este caso deberá tener una resistencia al deslizamiento de al menos el 20 por 100 de la carga de rotura del conductor.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos. Se prohíbe colocar en una instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si estos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

Los conductores utilizados en la red eléctrica estarán dimensionados para soportar la tensión de servicio y las botellas terminales y empalmes serán adecuados para el tipo de conductor, empleado y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Se ejecutarán de acuerdo con lo dispuesto en ITC-LAT 07, 2.1.6, 2.2.

3.1.5. Herrajes

De acuerdo a lo especificado en el ITC-LAT 07, 2.2, 3.3, tanto las crucetas como los herrajes, preformados y accesorios utilizados, estarán construidas en hierro galvanizado por inmersión en caliente, asegurando un adecuado comportamiento ante la acción corrosiva de la atmósfera. Se adoptarán retenciones terminales con carga de rotura adecuada, superando ampliamente las prescripciones reglamentarias.

3.1.6. Aisladores

Se emplearán aisladores poliméricos de las siguientes características:

- Tipo: COMP-30-70-500
- Tensión nominal: 36 kV
- Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (50Hz): 95 kV
- Tensión soportada a impulso tipo rayo: 215 kV
- Diámetro: 128 mm
- Carga de rotura: 7000 kg
- Longitud de la línea de fuga: 1146 mm
- Peso: 2,4 kg

Se ajustarán en todo, a las normas de obligado cumplimiento de Endesa.

3.1.7. Nuevo apoyo a instalar (X1)

Se instalará un apoyo final de línea con las siguientes características:

- C7000 con cruceta tipo N y armado N2110, de dimensiones $b=1,2$ metros y $a=1$ metros, con una altura útil de 20 metros. El peso de la torre es de 2116 Kg.

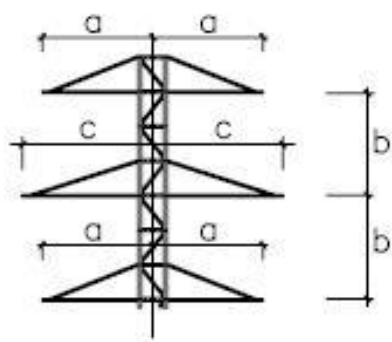


Imagen 3.1. Tipo cruceta N

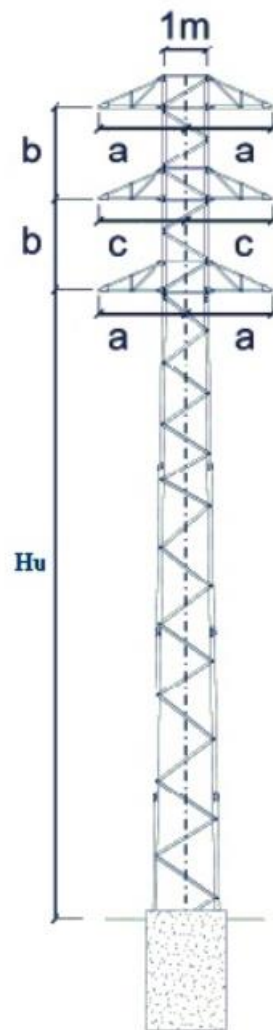


Imagen 3.2. Ejemplo torre MT monobloque

Los pesos y volúmenes de cimentación y hormigonado son aproximados, y deben confirmarse con los datos de las compañías suministradoras. El volumen de hormigonado incluye la realización de la peana de 30 cm.

El apoyo queda dentro de los límites reglamentarios. Los armados dispuestos cuentan también con la separación entre conductores requerida. Las cargas verticales en cada caso son inferiores a las soportadas por los apoyos.

Se adjuntan cuadrantes de cálculo y planta y perfil.

3.1.8. Conversión aéreo/subterránea

En los casos de que una línea aérea deba convertirse en subterránea, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones, junto con el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en de Líneas Eléctricas de Alta Tensión en la ITC-LAT 06 apartado 4.7:

En el tramo de subida hasta la línea aérea, el cable subterráneo irá protegido dentro de un tubo o bandeja cerrada de hierro galvanizado o de material aislante con un grado de protección contra daños mecánicos no inferior a IK10 según la norma UNE-EN 50102/A1:1999 y UNE-EN 50102/A1 CORR:2002. Sobresaldrá 2,5 m por encima del nivel del terreno. Su diámetro será como mínimo 1,5 veces el diámetro aparente del terno de cables unipolares. El tubo o bandeja se encontrará obturado por su parte superior para evitar la entrada de agua y empotrado en la cimentación del apoyo.

Deberán instalarse protecciones contra sobretensiones mediante pararrayos. Los terminales de tierra de estos se conectarán directamente a las pantallas metálicas de los cables y entre sí, mediante una conexión lo más corta posible y sin curvas pronunciadas. Dichas protecciones deberán cumplir las reglas de coordinación de aislamiento establecidas en las normas UNE-EN 60071-1:2006, UNE-EN 60071-1:2006/A1:2010, UNE-EN 60071-2:1999 y UNE-EN 60099-5:2013.

3.1.9. Apoyos a desmontar

Se desmontarán A178172, A287350 y A178166 metálicos y A178334 de hormigón.

Los apoyos a desmontar, serán trasladados por la contrata, como parte de la obra, a los almacenes de Endesa Distribución Eléctrica en la provincia correspondiente.

Los apoyos se retirarán y trasladarán de acuerdo a los protocolos establecidos en materia medioambiental por Endesa Distribución Eléctrica, y con las medidas de prevención y protección indicadas en el Estudio Básico de Seguridad de Salud y en el Plan de Seguridad y Salud redactado por la Contrata.

Los apoyos serán depositados en el almacén de Endesa Distribución Eléctrica, donde se tratarán de forma conveniente, de acuerdo al sistema de gestión de residuos con el que se rige el almacén.

4. Centro de transformación

4.1. Objeto

El objeto del presente documento es definir los criterios generales de diseño y construcción de los Centros de Distribución denominados CD, por las empresas del grupo ENDESA.

4.2. Campo de aplicación

Los CD estarán diseñados por el nivel de tensión de 25kV, preparados para uno o dos transformadores ya que pueden estar instalados en:

- Edificio independiente:

Básicamente se instalarán en superficie. Los CD subterráneos se instalarán en aquellos casos en que el montaje en superficie sea imposible.

Estos CD por su situación geográfica pueden encontrarse sometidos a niveles de contaminación II (ligero), III (fuerte) o IV (muy fuerte), segundos CEI 815.

4.3. Características generales

Los CD estarán diseñados siguiendo los siguientes criterios:

- Seguridad del personal.
- Prioridad a la instalación de centros prefabricados de hormigón.
- Fiabilidad de funcionamiento.
- Costes de inversión y optimización de pérdidas.
- Ocupación de espacios mínimos con la posibilidad de posibles ampliaciones.
- Integración en el entorno.

La tensión prevista más elevada por el material será de 36kV, excepto por los transformadores de potencia, fusibles y pararrayos, que se adecuarán a la tensión de servicio.

En los afectos de nivel de aislamiento, el material y los equipos de Baja Tensión instalados en el CD en el que su envolvente esté conectado a la instalación de tierra general, serán capaces de soportar, por su propia naturaleza, tensiones a Massa de hasta 10kV a 50Hz durante 1minuto y 20kV en ola tipo rayo.

Los CD serán diseñados por una potencia máxima de 1000kVA por transformador con un máximo de dos transformadores.

La intensidad nominal del embarrado y la maquinaria de MT será de 630A.

- Esquema centro de transformación con entrada/salida de la línea y transformador:

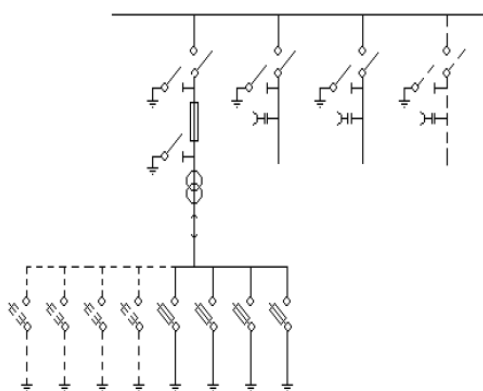


Imagen 4.1. Esquema unifilar para un transformador

- Corrientes de cortocircuito

Las corrientes de cortocircuito y los tiempos de duración del efecto serán, en cada caso, determinados por la empresa suministradora.

Los materiales de alta tensión instalados en el CD, tendrán que ser capaces de soportar estas sollicitaciones. A tal efecto, tendrán que tomar en consideración las características de los materiales definidos en las Normas ENDESA.

Tensión nominal de la Red (kV)	Tensión más elevada del material (kV)	Intensidad asignada de corta duración is (límite térmico) (kA)	Valor del punto álgido de intensidad de cortocircuito asignada (límite dinámico) (kA)
<=30	36	20	50

Tabla 4.1. Solicitaciones del centro de transformación

Los valores de la corriente del cortocircuito admisible para cada circuito de BT serán de 12kA entre fases y 7,5kA entre fase y neutro.

- Riesgo de incendio

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en el CD, estarán de acuerdo con el que establece el apartado 4.1 del MIE-RAT 14, y Ordenanzas Municipales aplicables en cada caso.

4.4. Características de Obra civil

4.4.1. Ubicación y accesos

La ubicación se determinará considerando los siguientes aspectos:

El emplazamiento escogido del CD, tendrá que permitir el tendido, a partir de la misma instalación, para vías públicas o galerías de servicio, de todas las canalizaciones subterráneas previstas.

El nivel freático más alto se encontrará 0,3 m por debajo del nivel inferior de la solera más profunda del CD.

Se realizará un estudio geotécnico simplificado (1 sondeo) para determinar si el terreno admite cimentaciones superficiales directas. En caso de que las características del terreno no admitan este tipo de cimientos, se realizarán fundamentación mediante micropilotatge, o se estudiará un nuevo emplazamiento. En edificio independiente, la accesibilidad será tal como:

- Como norma general se accederá al CD directamente desde la calle o vial público, de forma que sea posible la entrada del personal y del material en todo momento.
- El acceso a de interior del local del CD será exclusivo por el personal de la empresa distribuidora. Este acceso estará situado en una zona que con el CD abierto, deje libre permanentemente el paso de bomberos, servicios de emergencia, salidas de urgencias o socorros.
- Las vías por los accesos de materiales tendrán que permitir el transporte, en camión, de los transformadores y otros elementos integrantes del CD, hasta el lugar de ubicación del mismo.

4.4.2. Dimensiones

Las dimensiones del CD tendrán que permitir:

El movimiento e instalación en su interior de los elementos y maquinaria necesarios para la realización adecuada de la instalación.

Ejecutar las maniobras propias de su explotación en condiciones óptimas de seguridad para las personas que las realicen, según el MIE-RAT 14. El mantenimiento del material, así como la sustitución de cualquier de los elementos que constituyen el mismo sin necesidad de proceder al desmontaje o desplazamiento del resto.

La instalación de las celdas prefabricadas de MT según las dimensiones indicadas en las Normas Endesa de aplicación.

La instalación de uno o dos transformadores según las dimensiones establecidas en este mismo documento.

La instalación de cuadros de Baja tensión según las dimensiones establecidas en las Normas Endesa de aplicación, considerando la posibilidad de ocho salidas por transformador.

En los pasos de cables, se tendrá en cuenta canales con profundidad mínima de 0,4 m.

Para determinar las dimensiones del CD, se establecen los siguientes criterios:

- Con celdas de AT. modulares, se instalará el conjunto de las mismas de forma alineada. A todos los efectos, se dejará el espacio libre necesario para una celda adicional, en previsión de una posible ampliación.
- Se tendrán en cuenta las superficies de ocupación de la maquinaria y las de los pasillos o zonas de maniobra indicadas al apartado 1.5.3 Superficies de ocupación.
- No podrá existir superposición entre superficies de ocupación y zonas de servidumbre o corredores correspondientes a dos elementos instalados en el interior del Centro de Transformación.

Aquellas partes en tensión que puedan ser accesibles, tendrán que quedar perfectamente delimitadas y protegidas, manteniendo las distancias entre elementos en tensión y pantallas de 370mm., y entre aquellos y las barreras de delimitación será de 800mm.

Las alturas interiores libres entre el piso y la cubierta, serán como mínimo de 2,8m.

4.4.3. Superficies de ocupación

Para los diferentes elementos que habitualmente se instalan en el interior del CD, se tomarán en consideración las siguientes dimensiones de la superficie que ocupan físicamente y de la superficie necesaria para pasillos y maniobra según MIE-RAT 14, sin incluir la separación en maquinaria. En el diseño del CD, las zonas de servidumbre podrán sobreponerse. Con maquinaria enfrentada sobreponiéndose las zonas de servidumbre, la distancia mínima entre elementos de maniobra será de 1,2 m.

- Cuadros de distribución modular de BT y equipos de control:

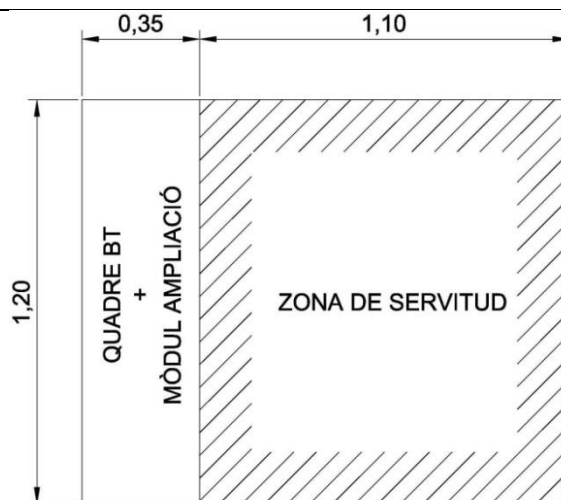


Imagen 4.2. Medidas zona BT y equipos de control

- Celdas modulares AT con dieléctricos SF6:

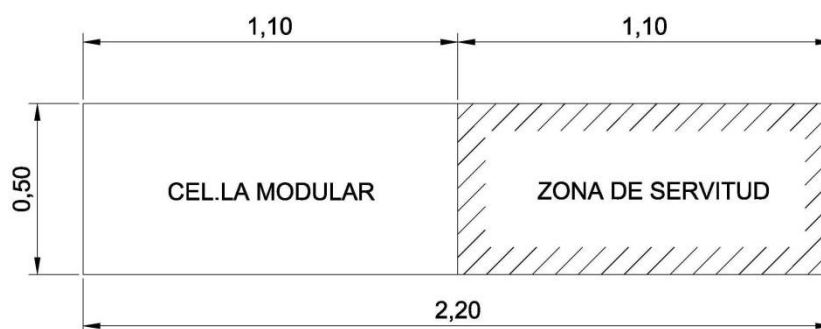


Imagen 4.3. Celdas modulares AT

- Conjunto de celdas A.T. con dieléctrico de SF6:

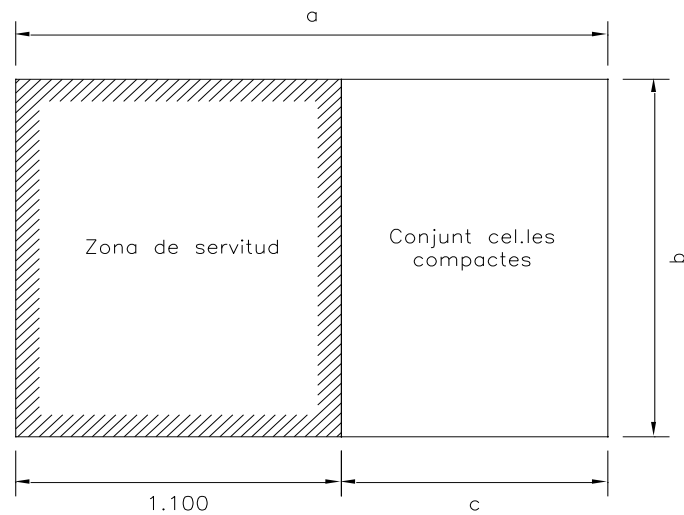


Imagen 4.4. Celdas AT

- Transformador:

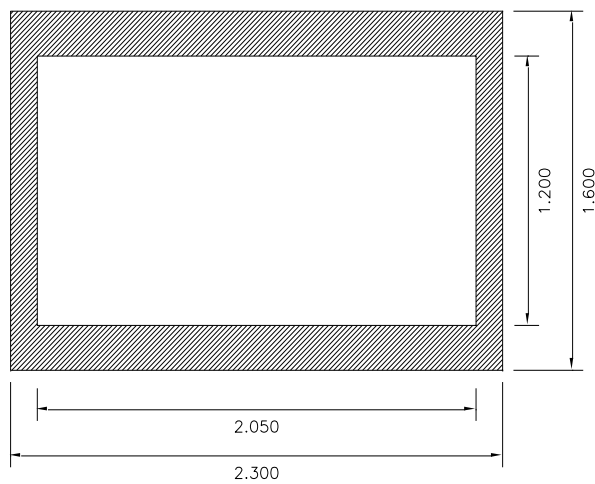


Imagen 4.5. Medidas transformador

4.4.4. Elementos constructivos

- En edificio independiente:

Serán preferentemente prefabricados con envolvente de hormigón. En el caso de ser contruidos en obra de fábrica, sus características se ajustarán al que se describe a continuación y en el proyecto constructivo de la obra civil de la nueva edificación se tendrá que incluir el correspondiente cálculo justificativo de los esfuerzos de la estructura.

4.4.5. Cimentación

Para la ubicación del edificio del CT es necesaria una excavación. Hay que tener en cuenta que no se debe sobrepasar la línea de enterramiento marcada sobre las paredes de la envolvente de hormigón.

Es necesario disponer en el fondo de la excavación de una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor para evitar asientos diferenciales.

Las cotas de excavación recomendadas son:

Largo [mm]	Fondo [mm]	Profundidad [mm]
5260	3180	560

Dichas cotas de excavación se adaptarán en cada caso, a la solución adoptada para la red de puesta a tierra.

4.4.6. Canalizaciones de entrada de cables

Los cables entrarán al CD a través de pasamuros estancos o tubos, llegando a las celdas o cuadros correspondientes por un sistema de fosas o canales. Los tubos serán de polietileno de alta densidad, tendrán un diámetro mínimo de 16cm por líneas de BT y 20cm por líneas de MT., su superficie interna será lisa y no se admitirán curvas.

Las fosas o canales de cables tendrán la solera inclinada, con pendiente del 2% hacia la entrada de los cables.

En los canales, los radios de curvatura serán como mínimo de 0,60 m.

4.4.7. Recogida de aceite

Con el fin de permitir la evacuación y la no extensión del líquido inflamable, cuando se utilicen aparatos o transformadores que contengan más de 50 litros de óleo mineral, se dispondrá de un cubeto provisto de cortafuegos, segund se indica a la MIE RAT-014 apartado 4.1, que retenga o canalice el óleo en un depósito con revestimiento estanco que soporte temperaturas superiores a 400 °C.

El depósito de recogida de óleo tendrá una capacidad adecuada al volumen de líquido de los transformadores del CD. Podrá situarse en la zona de servidumbre de las celdas o en un lugar externo al CD que no ofrezca riesgo adicional, comunicado con el cubeto mediante un tubo de acero de 100mm de diámetro, o bien utilizar una fosa con depósito bajo el transformador, según la solución constructiva escogida.

4.4.8. Puertas de acceso

Las puertas de acceso al CD se situarán preferentemente en una misma fachada. Se abrirán hacia el exterior y tienen que poder abatirse sobre el menaje 180° reduciendo al mínimo sus salientes.

Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de transformadores serán las adecuadas para permitir el paso de transformadores de hasta 1000 kVA (2,7x1,6 de luz mínima, con ancho de hoja no superior a 0,9m).

Las dimensiones de las puertas de acceso a la sala de celdas permitirán el paso de las celdas de MT modulares o compactas (2,7x1,5 de luz mínima, con ancho de hoja no superior a 0,9m).

Las dos puertas, tanto la de acceso a la sala de celdas como la de acceso a sala de transformadores, podrán unificarse en una sola puerta de medidas apropiadas.

El grado de protección de las puertas será como mínimo IP 339. Todas las puertas irán instaladas de forma que no estén en contacto con el sistema equipotencial.

4.4.9. Ventilación

Para los agujeros de ventilación se dispondrá de un sistema de rejillas que impidan la entrada de agua y animales.

Estarán básicamente constituidas por un marco y un sistema de láminas o angulares, que impida la introducción de alambres que puedan tocar partes en tensión e irán instaladas de forma que no estén en contacto con el sistema equipotencial. Tendrán un grado de protección mínimo IP -239.

Las rejillas de ventilación podrán colocarse también insertadas en las puertas de acceso.

La evacuación del calor generado en el interior del CD se efectuará como se indica en MIE RAT-014 apartado 3.3, utilizando preferentemente el sistema de ventilación natural. La ubicación de las rejillas de ventilación se diseñará procurando que la circulación de aire haga un barrido sobre el transformador.

4.4.10. Equipotencialidad

El CD estará construido de forma que su interior presente una superficie equipotencial por lo cual se seguirán las siguientes instrucciones:

- Tierra y red equipotencial:

En el suelo del CD y a 0,10m de profundidad máxima se instalará un enrejado de acero, formado por redondo de 4mm de diámetro como mínimo, con los nudos electrosoldados, formando una malla no mayor de 0,30 x 0,30m.

El enrejado se unirá a la puesta en tierra general mediante un conductor de acero o cobre que sobresalga 0,50m por encima del suelo del CD. Si este conductor es de acero, será como mínimo de la misma sección que el enrejado.

- Tubo de paso de conductores:

Los tubos de paso de conductores del servicio del CD serán de polietileno de alta densidad.

Cuando se disponga de pasamuros estancos para el paso de los cables de MT y BT al exterior del CD, la parte metálica de los mismos se instalará de forma que no esté en contacto con el sistema equipotencial.

4.4.11. Insonorización y medidas antivibratoras

Se aplicarán sistemas de insonorización del CD y dispositivos antivibradores debido a los transformadores MT/BT. Como medidas más destacadas se marcan:

- Insonorización:

Cuando el CD esté ubicado de forma que pueda transmitir ruidos molestos para los usuarios de los edificios, en la fase de construcción de la obra civil se preverán sistemas de insonorización adecuados, de forma que una vez posada en servicio la instalación, se cumpla en todo momento con la normativa municipal que corresponda a cada instalación de CD, o en caso contrario, del rango superior que regule este punto.

Los sistemas aconsejados y más eficaces en la corrección acústica de los locales destinados a CD consisten en:

- Colocación de pantallas
- Revestimientos murales

En casos extremos puede ser necesaria la combinación de las dos medidas para obtener un resultado óptimo.

Todas las pantallas y revestimientos utilizados tienen que ser autoextingibles y no propagadores de la llama.

Los materiales fonoabsorbentes a utilizar vendrán determinados por la escala de frecuencias altas o bajas que se generen.

- Medidas antivibradores:

En instalaciones de CD en interior de edificio y con el fin de eliminar la transmisión de las vibraciones de los transformadores de distribución a la estructura del edificio, se instalará un sistema amortiguador elástico entre el transformador y el suelo donde se apoya.

El sistema amortiguador consistirá en una estructura en forma de losa flotante apoyada sobre

un sistema absorbente de vibraciones. En condiciones de explotación, ningún punto del sistema estará en contacto directo con el firme del CD.

Adicionalmente, y en caso necesario, podrán utilizarse amortiguadores elásticos de características adecuadas al peso del transformador.

Para evitar que el transformador pueda desplazarse, se dispondrá de un sistema de bloqueo de las ruedas.

4.4.12. Contraincendios

Para la determinación de las protecciones contra incendios que se pueden dar lugar dentro de esta instalación se ha tenido en cuenta que se trata de una instalación de uso privado y se ha tomado de referencia la instrucción MIE RAT 14.4. Dado que el volumen de aceite unitario de cada transformador es inferior a 600 l, se dota a la instalación de un extintor móvil, que se encargará de llevar el equipo de mantenimiento, con un nivel de eficacia mínimo de 113B, apropiado para combatir fuegos en presencia de tensión eléctrica superior a 1000 V (hasta 25 kV).

4.5. Instalación eléctrica

4.5.1. Cables M.T.

Los cables de alimentación en MT al CD que forman parte de la red de distribución, serán unipolares de aislamiento seco para una tensión de aislamiento 18/36kV y tendrán secciones de 3x1x400mm² o 3x1x240mm² de Al, como secciones normales por red urbana, semiurbana o de cualquier tipo que tenga una configuración estándar mayada. Se ajustarán a la norma ENDESA GEDND001.

Los valores mínimos que tienen que tener los radios de curvatura para cables unipolares de aislamiento seco es 10 (D + d), donde “D” es el diámetro del cable y “d” lo del conductor.

4.5.2. Cables y terminales M.T. para conexión entre transformador y maquinaria

Los cables tendrán las mismas características que los del apartado anterior. Se utilizará cable de 150 mm² para las celdas de 36 kV. Los terminales podrán ser convencionales o enchufables en función de las características de las celdas y del transformador.

En la elección de uno u otro tipo de celda y transformador se tendrá en consideración las características de la zona de emplazamiento en cuanto a posibilidad de inundación o contaminación ambiental.

4.5.3. Maquinaria de Alta Tensión

Las celdas serán prefabricadas, con envolvente metálico y que usen SF₆ (hexafluoruro de azufre) para poder cumplir dos misiones:

- Aislamiento:

El aislamiento integral en hexafluoruro de azufre protege la maquinaria de las características del medio ambiente, ya sea de la polución, del aire, la humedad o hasta una eventual inmersión del mismo debido a una desborde del río. Por esto, esta característica es esencial especialmente en las zonas de alta polución o en zonas donde hay clima agresivo (costas marítimas o húmedas).

- Corte:

El corte en SF₆ resulta ser más seguro que el aire, a causa de lo explicado en el aislamiento.

Las celdas usadas tienen que permitir la extensión de línea, de forma que sea posible añadir nuevas líneas o cualquier otro tipo de función sin necesidad de cambiar previamente la maquinaria usada en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones de tipo autoalimentado, es decir, que no necesiten obligatoriamente alimentación externa. Estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas.

- Transformador:

La potencia máxima admisible de la instalación será de un transformador de 1000 kVA, siendo todos los elementos de la instalación calculados para esta potencia. Pero dada la potencia prevista a conectar a la red de B.T. se instalará, inicialmente un transformador de 400 kVA.

El transformador será de potencia trifásico reductor de tensión, con neutro accesible en el secundario y refrigeración natural de baño de aceite, con las características siguientes:

Potencia:	Transformador de 400kVA
Tensión:	25/0,42 kV
Frecuencia:	50Hz
Conexión:	Dyn11
Medidas de seguridad:	Depósito de recogida de aceite Apagafuegos Temperatura aceite transformador Inmovilización de ruedas en los carriles

Tabla 4.2. Características transformador

4.5.4. Protección contra cortocircuitos, sobreintensidades y faltas a tierra

La protección contra cortocircuitos y sobreintensidades quedan aseguradas en la instalación de ruptofusibles proveídos de fusibles de 25 A.

La potencia máxima de cortocircuito en el punto donde se instala el centro es de 500 MVA para la red de 25 kV. La intensidad máxima de cortocircuito será:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot V} \quad [A]$$

$$I_{cc} = \frac{230,375 \text{ kW}}{\sqrt{3} \cdot 25 \text{ kV}} = 5,32 \text{ [kA]}$$

4.5.5. Protección contra contactos directos accidentales

La protección contra contactos accidentales con elementos en tensión queda garantizada con la instalación de celdas prefabricadas, al existir enclaves mecánicos que impiden el acceso al interior mientras no se conecte el correspondiente seccionador de puesta a tierra, según se describe a continuación:

- Enclave de puertas: impide su apertura cuando el aparato principal está cerrado o la puesta a tierra está desconectada.
- Enclave de maniobra: impide la maniobra del aparato principal y la apertura de la puesta a tierra, con la puerta abierta.
- Enclave de tierra: impide el cierre de la puesta a tierra con el interruptor cerrado o viceversa.

Se instalarán letreros de las secuencias de maniobras para evitar accidentes. En el interior del centro de transformación habrá un rótulo que indique que antes de cambiar fusibles, se debe abrir el interruptor automático y el seccionador, y poner tierras a ambos lados.

4.5.6. Instalación de puesta a tierra

El CD estará proveído de una instalación de puesta a tierra, con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse en el propio CD. Esta instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, tendrá que asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico a causa de la aparición de tensiones peligrosas, en el caso de contacto con las masas que puedan posarse en tensión. Serán independientes de la puesta a tierra del edificio. La instalación de puesta a tierra estará formada por dos circuitos, el de protección y el de servicio, a los cuales se conectarán los diferentes elementos del CD.

- Circuito de protección: Se conectarán al circuito de protección los siguientes elementos :
 - Masas de MT. BT.
 - Envolventes o pantallas metálicas de los cables.
 - Pantallas o rejillas de protección.
 - Armaduras metálicas interiores del edificio prefabricado.
 - Apoyos de cables de MT y BT.
 - Cuba metálica de los transformadores.
 - Pararrayos de AT.
 - Bornes de tierra de los detectores de tensión.
 - Bornes de puesta a tierra de los dispositivos portátiles de puesta a tierra.
 - Tapas y marcos metálicos de los canales de cables.

- Circuito de servicio :
 - Se conectará al circuito de servicio el neutro del transformador o transformadores.

Cuando la tensión de defecto a tierra del CD sea superior a 1000V, el circuito de puesta a tierra de protección del CD, y el de servicio (neutro del transformador) estarán separadas entre sí (MIE-RAT 13). Así mismo sus electrodos estarán separados una distancia D, en función de la intensidad de defecto I_d y de la resistividad del terreno p :

$$D > \frac{I_d}{3,1416 \cdot 2 \cdot U_i}$$

Donde:

D, Distancia en metros

I_d , Intensidad de defecto en Amperios

p , Resistividad mediana del terreno en ohmios x metro

U_i , 1.000 Voltios

4.5.7. Instalaciones auxiliares

Se realizará una instalación de alumbrado interior en el centro de transformación, alimentado desde el secundario del transformador, a través de protección magnetotérmica y diferencial adecuadas. Se accionará automáticamente por apertura de la puerta de acceso, mediante un final de carrera, o bien mediante interruptor. Se protegerá con interruptor magnetotérmico 10A / II y diferencial 40A / II / 30 mA.

Se realizará una instalación de seguridad para protección del transformador contra calentamientos o sobretensiones, mediante termómetro de esfera que actuará sobre el ruptofusible.

No saldrá del recinto del centro de transformación ningún elemento metálico (bandejas, tubos, rejillas, etc.) a parte de los cables de media y baja tensión.

Todo el forjado de la sala del centro de transformación se dimensionará para soportar el transformador como elemento más pesado tomando 4.000 kg de referencia unitaria por cada máquina.

5. Plazo de Puesta en Marcha

Después de hacer concedida la necesaria autorización por parte de los organismos competentes, se prevé un plazo de realización de la obra de cinco semanas.

Antes de comenzar la obra se cumplirá con los trámites y requisitos que la actual reglamentación impone.

Por razones de continuidad del suministro eléctrico, se realizará una comunicación previa a la Consejería de Industria, una vez autorizado administrativamente el expediente, con 15 días de antelación, de las instalaciones que deberán entrar en servicio el mismo día de la ejecución, y que Endesa, en el plazo de 15 días desde la energización, presentará los correspondientes CFO y CI solicitando la puesta en marcha definitiva.

Para la planificación de los trabajos a realizar en este proyecto se ha elaborado un cronograma, donde quedan reflejadas las distintas actividades y su tiempo aproximado de ejecución.

Activity	Resource	Status	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
Obra civil líneas MT y tendido conductor MT																																							
Replanteo																																							
Apertura de zanjas MT																																							
Tendido tubular																																							
Homogeneado y restauración del terreno																																							
Tendido cable subterráneo																																							
Conexionado																																							
Instalación centro de distribución																																							
Otra civil																																							
Red Tierras																																							
Instalación del equipo prefabricado																																							
Maquinaria																																							
Desmontaje de líneas aéreas MT																																							
Retiro de conductores																																							
Desmontaje de apoyos existentes a retirar																																							
Líneas aéreas de MT																																							
Replanteo y excavación del terreno																																							
Cimentación																																							
izado de apoyos																																							
Relegrado de conductores																																							
Puesta en marcha y legalización																																							
Pruebas y ensayos																																							
Puesta en servicio																																							
Permisos																																							
Seguridad y salud																																							

6. Cálculos

6.1. Cálculos eléctricos línea subterránea M.T

Todos los cálculos se realizarán con transformadores de 1000 kVA tal y como se pide en las Normas Técnicas particulares de la compañía suministradora, aunque el transformador a instalar inicialmente será de 400 kVA.

6.1.1. Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible por el transformador viene dada por la siguiente ecuación:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V_p} \quad \text{Ec. (6.1)}$$

Donde P la potencia aparente kVA

V_p la tensión primaria en kV

I_p la intensidad máxima admisible en el primario del transformador en A

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria del transformador es de 25 kV.

Para este transformador, la potencia es de 1000 kVA.

Por lo que la intensidad máxima admisible es:

$$I_p = 23,09 \text{ A}$$

6.1.2. Caída de tensión

El cálculo de la caída de tensión del tramo de red se puede aproximar con la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I_{\max} \cdot (R \cdot \cos(\varphi) + X_L \cdot \sin(\varphi)) \quad \text{Ec. (6.2)}$$

Donde L la longitud de la línea en km

I_{\max} la carga a transportar en A

R la resistencia del conductor en Ohm/km

X_L la reactancia del conductor en Ohm/km

$\cos(\varphi)$ el factor de potencia de la instalación

6.1.3. Sección mínima para corrientes de cortocircuito

Para determinar el valor, primero se debe calcular la intensidad máxima de cortocircuito, teniendo en cuenta los datos suministrados por la Compañía Suministradora. Siendo la potencia de cortocircuito igual a 500 MVA y la tensión de la línea igual a 25 kV. La intensidad de cortocircuito se calcula con la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{P_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad \text{Ec. (6.3)}$$

Donde P_{cc} la potencia de cortocircuito en MVA

U_n la tensión de línea en kV

I_{cc} la intensidad de cortocircuito en kA

$I_{cc} = 11,55 \text{ kA}$

Se suponen los cables inicialmente a una temperatura de 20°C, y que los conductores al final del cortocircuito no sobrepasen los 250°C. Para comprobar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito partiremos de los siguientes parámetros:

I_{cc} = la intensidad de cortocircuito en kA

t = tiempo de duración del cortocircuito, s

k = coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al inicio y final de cortocircuito, 140 para cables con conductores de cobre y 90 para cables con conductores de aluminio.

La Compañía Suministradora indica que el tiempo máximo de duración de la falta no puede ser superior a 0,2 segundos. Para calcular la sección mínima del conductor utilizaremos este tiempo.

La sección mínima del cable se calcula con esta expresión:

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{k} \quad \text{Ec. (6.4)}$$

En este caso el conductor será de aluminio, por lo que la sección mínima deberá ser:

$S = 57,39 \text{ mm}^2 \text{ Al}$

Se comprueba que los conductores en proyecto, superan al valor de 57,39 mm² Al, valor correspondiente al de la sección mínima que soporta las condiciones de cortocircuito informadas por la Compañía Suministradora.

6.2. Cálculos eléctricos línea aérea M.T.

6.2.1. Cálculos eléctricos

6.2.1.1. Resistencia eléctrica de la línea

Para calcular la resistencia eléctrica de la línea se debe aplicar la siguiente expresión:

$$R_L = \frac{L \cdot R}{n} \quad \text{Ec. (6.5)}$$

Donde R_L la resistencia total de la línea en Ω

R la resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura en Ω/km

L la longitud de la línea en km

n el número de conductores por fase, 1 en nuestro caso

La resistencia total en el tramo de la línea es igual a:

$$R_L = \frac{0,166 \cdot 0,3066}{1} = 0,0509 \Omega$$

6.2.1.2. Reactancia del conductor

Para calcular la reactancia del conductor debemos aplicar la siguiente expresión:

$$X = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot \left(\frac{\mu}{2 \cdot n} + 4,605 \cdot \log \left(\frac{D}{r} \right) \right) \cdot 10^{-4} \quad \text{Ec. (6.6)}$$

Donde X la reactancia aparente en Ω/km

f la frecuencia de la red en Hz, 50 en nuestro caso

r el radio equivalente del conductor en mm

D la separación media geométrica entre conductores en mm

μ la permeabilidad magnética del conductor, 1 en nuestro caso

n el número de conductores por fase, 1 en nuestro caso

La separación media geométrica la calculamos como:

$$D = \sqrt[3]{d_{12} \cdot d_{13} \cdot d_{23}} \quad \text{Ec. (6.7)}$$

Por lo tanto, el valor de la reactancia del conductor va a ser igual a:

$$X = 0,3718 \, \Omega/\text{km}$$

6.2.1.3. Densidad máxima admisible

La densidad máxima admisible de un conductor, en régimen permanente, para corriente alterna y frecuencia de 50Hz, se deduce de la tabla 11 del apartado 4.2 de la ITC07 del reglamento de líneas aéreas de alta tensión.

Para un conductor de acero-aluminio, LA-110 de 116,2 mm² de sección, la densidad máxima admisible es la siguiente:

$$D_{\text{máx.admi.}} = 2,7302 \, \text{A/mm}^2$$

6.2.1.4. Intensidad máxima admisible

La corriente máxima que puede circular por nuestro conductor, teniendo en cuenta que la sección es de 116,2 mm², se calcula con la siguiente expresión:

$$I_{\text{máx}} = D_{\text{máx.admi.}} \cdot S \cdot n \quad \text{Ec. (6.8)}$$

Donde n el número de conductores por fase, 1 en nuestro caso

$D_{\text{máx.admi.}}$ la densidad de corriente máxima soportada por el cable en A/mm²

S la sección del conductor en mm², 116,2 en nuestro caso

Por lo que el valor de la intensidad máxima admisible será:

$$I_{\text{máx}} = 317,2443 \, \text{A}$$

6.2.1.5. Potencia máxima a transportar

La máxima potencia que se puede transportar por esta línea, atendiendo al tipo de conductor usado se define con la siguiente expresión:

$$P_{m\acute{a}x} = \sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi \cdot I_{m\acute{a}x} \quad \text{Ec. (6.9)}$$

Donde $P_{m\acute{a}x}$ la potencia máxima a transportar en kW
 V la tensión de la línea en kV, en nuestro caso 25 kV
 $I_{m\acute{a}x}$ la intensidad máxima admisible en A
 $\cos \varphi$ el factor de potencia, 0,8 en nuestro caso

Por lo que el valor de la potencia máxima a transportar es igual a:

$$P_{m\acute{a}x.} = 10990 \text{ kW}$$

6.2.1.6. Caída de tensión

La caída de tensión varía en función de la longitud de la línea, la resistencia eléctrica de la línea y la reactancia del conductor.

La caída de tensión se calcula con la siguiente expresión:

$$e = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R\cos\varphi + X\sin\varphi) \quad \text{Ec. (6.10)}$$

Donde e la caída de tensión en V
 L la longitud de la línea en km
 I la intensidad máxima admisible en A
 R la resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura en Ω/km
 X la reactancia aparente en Ω/km
 $\cos \varphi$ el factor de potencia, 0,8 en nuestro caso
 $\sin \varphi$ 0,6 en nuestro caso

El valor de la caída de tensión es igual a:

$$e = 42,7211 \text{ V, que en tanto por ciento equivale a una caída de tensión del } 0,1709\%.$$

6.2.1.7. Pérdida de potencia

La pérdida de potencia que, por el efecto Joule, se produce en la línea viene dada por la siguiente expresión:

$$P_p = 3 \cdot R \cdot I^2 \cdot L \quad \text{Ec. (6.11)}$$

Donde

- L** la longitud de la línea en km
- I** la intensidad máxima admisible en A
- R** la resistencia eléctrica del conductor a 20°C de temperatura en Ω/km
- P_p** la potencia pérdida en kW

El valor de la potencia pérdida es de:

P_p = 15,367 kW, lo que supone un 0,1399% de la máxima potencia transportada.

6.2.1.8. Rendimiento de la línea

El rendimiento de la línea viene dado por la siguiente expresión:

$$\mu = \frac{(P_{m\acute{a}x} - P_p)}{P_{m\acute{a}x}} \cdot 100 \quad \text{Ec. (6.12)}$$

Donde

- P_p** la potencia pérdida en kW
- P_{máx}** la potencia máxima a transportar en kW
- μ** el rendimiento de la línea en %

El rendimiento es igual a:

$$\mu = 99,86\%$$

6.2.2. Cálculos mecánicos

6.2.2.1. Tensión máxima del tendido

La tensión horizontal del conductor en las condiciones iniciales (**T_o**), se realizará teniendo en cuenta las condiciones siguientes:

- Que el coeficiente de seguridad a la rotura, sea como mínimo igual a 2,5 en las condiciones atmosféricas que provoquen la máxima tensión de los conductores según apartado 3.2.1 de ITC07 del R.L.A.T.
- Que la tensión de trabajo de los conductores a una temperatura media según la zona (15 °C para Zona A y 10 °C para Zona B o C) sin ninguna sobrecarga, no exceda del porcentaje de la carga de rotura recomendado. Este fenómeno es el llamado E.D.S. (*Every Day Stress*).

6.2.2.2. Vano de regulación

El vano ideal de regulación, limitado por dos apoyos de amarre, viene dado por:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum b_i^2}} \quad \text{Ec. (6.13)}$$

Donde a_r la longitud proyectada del vano de regulación en m
 b_i la distancia en línea recta entre los dos puntos de fijación del conductor en el vano i en m
 a_i la proyección horizontal de b_i en m

6.2.2.3. Ecuación de cambio de condiciones

La ecuación de cambio de condiciones nos permite calcular la componente horizontal de la tensión para unos valores determinados de sobrecarga y temperatura, partiendo de una situación de equilibrio inicial de sobrecarga, temperatura y tensión mecánica. Esta ecuación viene dada por la siguiente expresión:

$$T^2 \cdot (T + A) = B \quad \text{Ec. (6.14)}$$

$$A = \alpha \cdot (\theta - \theta_0) \cdot S \cdot E - T_0 + \frac{a_r^2}{24} \cdot \frac{P_0^2}{T_0^2} \cdot S \cdot E \quad ; \quad B = \frac{a_r^2 \cdot P^2}{24} \cdot S \cdot E \quad \text{Ec. (6.15)(6.16)}$$

Siendo a_r la longitud proyectada del vano de regulación en m
 T_0 la tensión horizontal en las condiciones iniciales en kg
 θ_0 la temperatura en las condiciones iniciales en °C

P_o la sobrecarga en las condiciones iniciales según zona donde nos encontremos en kg/m

T la tensión horizontal en las condiciones finales en kg

θ la temperatura en las condiciones finales en °C

P la sobrecarga en las condiciones finales en kg/m

S la sección del conductor en mm²

E el módulo de elasticidad del conductor en kg/mm²

α el coeficiente de dilatación lineal del conductor en m/°C

6.2.2.4. Flecha máxima

Las flechas que se alcanzan en cada vano se han calculado utilizando la ecuación de Truxá:

$$f = \frac{p \cdot a \cdot b}{8 \cdot T} \cdot \left(1 + \frac{a^2 \cdot p^2}{48 \cdot T^2} \right) \quad \text{Ec. (6.17)}$$

Donde **a** la longitud proyectada del vano en m

b la longitud real del vano en m

T la componente horizontal de la tensión en kg

p el peso del conductor por metro lineal en las condiciones consideradas en kg/m

El tendido de la línea se realizará de modo que la curva catenaria mantenga una distancia con el terreno mínima de 6 metros.

ZONA A				
LONG. VANO	TENSIÓN MÁX (KG)	EDS (15°C)(%)	TENSIÓN (KG) (-5°C+1/2V)	TENSIÓN (KG) (-5°C+V)
101	875	10	697	875

Tabla 6.1. Tensiones del tendido del conductor para cálculo de flechas

TENSIÓN (50°C)		TENSIÓN (15°C+V)			
TENSIÓN (KG)	FLECHA (m)	TENSIÓN (KG)	FLECHA (m)	FLECHA MIN(m)	FLECHA MAX (m)
300	1,84	736	1,66	0,92	1,84

Tabla 6.2. Resultado de flechas por tramo en metros

6.2.2.5. Distancias de seguridad

6.2.2.5.1. Distancia de los conductores al terreno

De acuerdo con el apartado 5.5 de la ITC07 del R.L.A.T., en todo momento la distancia de los conductores al terreno deberá ser superior a: $D_{add} + D_{el} = 5,3 + D_{el}$ (con un mínimo de 6 m.). A nuestro nivel de tensión de 25 kV le corresponde una D_{el} de 0,27 m.

Por tanto, obtenemos una distancia mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5,57 \text{ metros.}$$

Donde $D_{add} + D_{el}$ la distancia del conductor inferior al terreno, en metros.

6.2.2.5.2. Distancia entre conductores

La distancia mínima de los conductores entre sí viene marcada por el artículo 5.4.1. de la ITC07 del R.L.A.T.. La distancia mínima se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp} \quad \text{Ec. (6.18)}$$

Donde **D** la separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en m

K el coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento

F la flecha máxima en m

L la longitud en m de la cadena de suspensión

D_{pp} la distancia mínima aérea especificada para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido

6.2.2.5.3. Distancia a masa

Según el artículo 5.4.2 de la ITC07 del R.L.A.T. la separación mínima entre los conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos, no será inferior a D_{el} .

- D_{el} : Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido. Del que puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externa, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo. Los valores de este parámetro están en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC07 del R.L.A.T.

En nuestro caso: $D_{el} = 0,27 \text{ m}$

Si esta distancia es menor que la mínima que establece el reglamento, 0,2 metros, se cogerá esta distancia mínima.

6.2.2.5.4. Resumen y comprobación de distancias

Apoyo X1

- Comprobación distancia entre conductores en el apoyo en metros
 - Distancia entre fases exigida mínima: 1,02
 - Distancia existente fase-fase: 1,2
- Comprobación distancia entre conductores en el vano en metro
 - Distancia entre fases exigida en vano posterior: 1,02
 - Distancia entre fases exigida en vano anterior: 1,02
- Comprobación distancia a masa en metros
 - L_{puent} : 0,65
 - $D1$: 0,61
 - $D2_{sup}$: 0,52
 - $D2_{int}$: 0,52

- D2inf: 0,49
- D3sup: 0,32
- D3int: 0,32

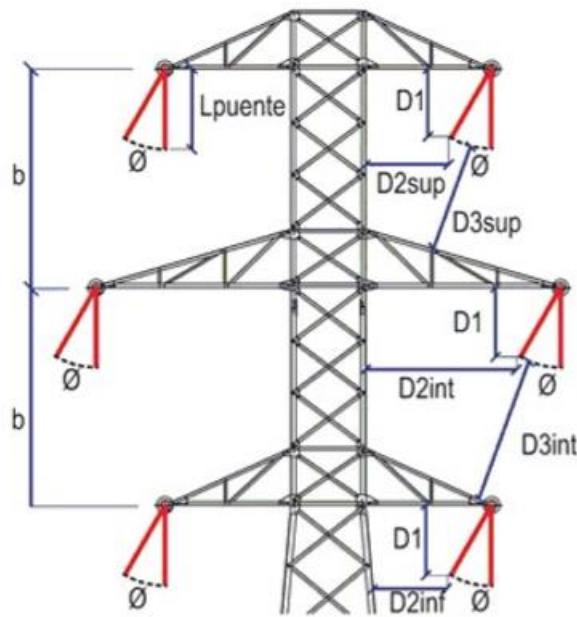


Imagen 6.1. Distancias a masa (Fuente propia)

6.2.2.6. Apoyo

6.2.2.6.1. Criterio de cálculo

Se calcularán los apoyos estudiando las cargas a las que están sometidos bajo cuatro hipótesis diferentes: Hipótesis de viento, hipótesis de hielo, hipótesis de hielo+viento, hipótesis de desequilibrio de fases e hipótesis de rotura de conductores. El análisis de tales hipótesis estará condicionado por la función del apoyo y por la zona en la que se encuentra, en nuestro caso zona A.

6.2.2.6.2. Acciones consideradas

6.2.2.6.2.1. Cargas verticales

- Carga vertical permanente (P_{vp}):

$$P_{vp} = n \cdot \left[P_{cond} \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) + P_{cad} + T \cdot \left(\frac{h_1}{a_1} + \frac{h_2}{a_2} \right) \right] \quad \text{Ec. (6.18)}$$

Donde a_1 y a_2 la longitud proyectada del vano anterior y posterior, en m

P_{cond} el peso propio del conductor, en kg

P_{cad} el peso de la cadena, aisladores más herrajes, en kg

n el número de conductores

h_1 y h_2 el desnivel del vano anterior y posterior, en m

T la tensión máxima del conductor en la hipótesis considerada, en kg

- Sobrecarga por hielo (S_h):

$$S_h = P_h \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \cdot n \quad \text{Ec. (6.19)}$$

Donde P_h la sobrecarga de hielo

6.2.2.6.2.2. Cargas horizontales

- Fuerza del viento sobre un apoyo de alineación (F):

$$F = q \cdot d \cdot \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) \quad \text{Ec. (6.20)}$$

Donde q la presión del viento sobre el conductor en kg/m²

d el diámetro del conductor en mm

- Resultante de ángulo (R_a):

$$R_a = T \cdot 2 \cdot n \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right) \quad \text{Ec. (6.21)}$$

Donde α el ángulo interno que forman los conductores entre sí

- Desequilibrio de tracciones (D_t):

Se denominan desequilibrio de tracciones al esfuerzo longitudinal existente en el apoyo, debido a la diferencia de tensiones en los vanos contiguos. Los desequilibrios se consideran como porcentajes de la tensión máxima aplicada a todos los conductores.

$$D_t = \% \cdot T_{m\acute{a}xima} \quad \text{Ec. (6.22)}$$

- Desequilibrio en apoyos de fin de línea:

100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra, considerándose aplicado cada esfuerzo en el punto de fijación del correspondiente conductor o cable de tierra al apoyo. Se deberá tener en cuenta la torsión a que estos esfuerzos pudieran dar lugar.

- Rotura de conductores (R_c):

La rotura de conductores se aplica con un % de la tensión máxima del conductor roto.

$$R_c = \% \cdot T_{m\acute{a}xima} \quad \text{Ec. (6.23)}$$

- Rotura de conductores en apoyos de fin de línea:

Se considerará este esfuerzo como en los apoyos de anclaje, pero suponiendo, en el caso de las líneas con haces múltiples, los conductores sometidos a la tensión mecánica que les corresponda, de acuerdo con la hipótesis de carga.

6.2.2.6.3. Resumen de hipótesis

En nuestro caso nos encontramos en la Zona A, debido a la altura sobre el nivel del mar que se encuentra Palau-Solità i Plegamans. Cómo se explica en el presente proyecto se instalará un apoyo de final de línea (X1), cuyo resumen de hipótesis es el siguiente:

Tipo De Apoyo	Tipo De Esfuerzo	1ª Hipótesis Viento	3ª Hipótesis Desequilibrio De Tracciones	4ª Hipótesis Rotura De Conductores
Fin De Línea	V	Cargas Permanentes	No Aplica	Cargas Permanentes
	T	Viento		No Aplica
	L	Desequilibrio De Tracciones		Rotura De Conductores

Tabla 6.3. Resumen de hipótesis

La segunda hipótesis (Hielo) no se tiene en cuenta en Zona A.

6.2.2.6.4. Resumen de esfuerzos aplicados

1ª Hipótesis (Viento 120 km/h)

1ª HIPÓTESIS		ESF. VERTICALES 1ª HIP.		ESF. HORIZONTALES 1ª HIP.				
		FASE (KG)	TOTAL (KG)	FASE (KG)		TOTAL (KG)		ESFUERZO EQUIVALENTE (KG)
				TRANS	LONG	TRANS	LONG	
APOYO	TORRE							
X1	C-7000	25	153	61	1094	369	6562	6931

Tabla 6.4. Resumen de esfuerzos aplicados 1ª Hipótesis

4ª Hipótesis (Rotura de conductores)

4ª HIPÓTESIS		ESF. VERTICALES 4ª HIP.		ESF. HORIZONTALES 4ª HIP.				
		FASE	TOTAL	FASE SIN ROTURA (KG)	TOTAL (KG)	TORSIÓN COMPUESTA (KG)		
APOYO	TORRE			LONG	LONG	ESF. UTIL	ESF. EQUIV.	M. TORSOR
X1	C-7000	20	122	875	4373	4373	4373	875

Tabla 6.5. Resumen de esfuerzos aplicados 4ª Hipótesis

6.3. Cálculos del nuevo Centro de Transformación

La tensión de funcionamiento del centro de transformación será de 25 kV. Todos los cálculos se realizarán con un transformador de 1000 kVA tal y como se indica en las Normas Técnicas Particulares de la compañía suministradora.

6.3.1. Dimensionado del embarrado

6.3.1.1. Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 630 A.

6.3.1.2. Comprobación por sollicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en la siguiente fórmula de este apartado, por lo que:

$$I_{cc}(\text{din}) = 28,9 \text{ kA}$$

6.3.1.3. Comprobación por sollicitación térmica a cortocircuito

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la maquinaria por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{cc}(\text{ter}) = 11,55 \text{ kA}$$

6.3.2. Dimensionado de la ventilación del centro de transformación

La ventilación será por circulación natural de aire a través de ventanas. Todos los orificios destinados a la entrada de aire estarán protegidos mediante una reja. La ventilación natural tiene por objetivo disipar por convección la energía calorífica producida por el transformador cuando se encuentra en funcionamiento. La convección natural se produce por una variación de la densidad del aire que rodea el transformador. Esta variación de densidad es debida a la variación de temperatura provocada por el calentamiento del transformador.

La superficie mínima del orificio de entrada del aire para el transformador viene dada por la siguiente expresión:

$$S_{smín} = 1,10 \cdot S_r \quad \text{Ec. (6.24)}$$

Dónde S_r la superficie mínima de la reja de ventilación en metros cuadrados

Para calcular la superficie de la reja de ventilación utilizamos la siguiente expresión:

$$\text{Ec. (6.25)}$$

$$S_r = \frac{W_{Cu} + W_{Fe}}{0,24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Donde W_{Cu} las perdidas por cortocircuito del transformador, 10,5 kW en nuestro caso

W_{Fe} las perdidas en vacío del transformador, 1,7 kW en nuestro caso

h la distancia vertical entre centros de rejass, $h > 1,45$ metros en nuestro caso

ΔT la diferencia de temperatura entre aire de salida y entrada, 25°C en nuestro caso

K un coeficiente en función de la reja de entrada de aire, 0,4 en nuestro caso

S_r la superficie mínima de la reja de ventilación en metros cuadrados

Por lo que la superficie mínima de la reja nos da el valor de:

$$S_r = 0,86 \text{ m}^2$$

Para cada transformador, la superficie mínima final será de:

$$S_{smin} = 1,10 \cdot 0,86 = 0,95 \text{ m}^2$$

Las rejass de ventilación de la caseta prefabricada tienen una superficie, tanto para la entrada como para la salida de aire, con las siguientes dimensiones:

- Entrada de aire:

Lateral: 800 x 500 mm² Anterior: 1200 x 500 mm²

- Salida de aire:

Lateral: $800 \times 500 \text{ mm}^2$ Posterior: $1200 \times 500 \text{ mm}^2$

Superficie rejas $1 \text{ m}^2 > 0,95 \text{ m}^2$

Por tanto, la superficie de ventilación instalada es mayor a la mínima requerida, cumpliendo con los requisitos mínimos.

6.3.3. Dimensionado del pozo de recogida de líquido refrigerante

Para el caso de edificios prefabricados o dentro de edificios destinados a otros usos, el MIE RAT 14.4 prescribe la utilización de fosas colectoras de aceite de suficiente capacidad para la recogida del mismo. Por ello, se construirán las fosas adecuadas para recoger el aceite de cada uno de los transformadores.

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador, cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

6.3.4. Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra

El Centro de Transformación objeto del presente proyecto está clasificado como Instalación de Tercera Categoría, el diseño de la Instalación de conexión a Tierra se hará siguiendo lo prescrito en el Documento “Método de Cálculo y Proyecto de Redes de Tercera Categoría”, publicado por UNESA como procedimiento de cálculo y valoración de las tensiones de paso y contacto de la instalación de puesta a Tierra.

6.3.4.1. Características del suelo

La resistividad eléctrica del terreno se valora según el “Método de Wenner”. La resistividad del terreno depende de su humedad y temperatura. En este caso el terreno está formado con arena arcillosas, por lo que el valor que consideramos a la resistividad del terreno es de $200 \Omega \cdot \text{m}$. El valor de la resistividad se tomará para los cálculos de puesta a tierra para el Centro de Transformación.

6.3.4.2. Corrientes máximas de puestas a tierra y tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

La tensión máxima de contacto aplicada, en voltios, que se puede aceptar según el reglamento ITC-RAT-13, será:

$$V_{ca} = \frac{K}{t^n} \quad \text{Ec. (6.26)}$$

Donde V_{ca} la tensión máxima de contacto en V

$K = 72$ y $n = 1$, para tiempos inferiores a 0,9 s

t el tiempo de la duración de la falta, en este caso 0,5 s

Por lo que la tensión máxima de contacto será igual a:

$$V_{ca} = \frac{72}{0,5^1} = 144 \text{ V}$$

- Puesta a tierra del neutro

Se debe tener en cuenta en el cálculo de la corriente máxima de puesta a tierra el tratamiento del neutro de la red.

FECSA-ENDESA especifica en la NTP-CT los parámetros a utilizar en el diseño de las instalaciones de puesta a tierra.

Al tratarse de un neutro puesto a tierra con un valor de impedancia de 25 Ω , no se considerará la impedancia de los cables. La intensidad máxima de defecto se calculará mediante la siguiente expresión:

$$I_{d.max.cal.} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad \text{Ec. (6.27)}$$

Donde $I_{d.max.cal.}$ la intensidad máxima de defecto en A

U_n la tensión de la línea, 25000 V

R_n la resistencia de puesta a tierra del neutro en ohmios, se toma el valor de 0 Ω

X_n la reactancia de puesta a tierra del neutro en ohmios, se toma el valor de 25 Ω

Por lo que el valor de la intensidad máxima de defecto será:

$$I_{d.max.cal.} = \frac{25000}{\sqrt{3} \cdot 25} = 577,35 \text{ A}$$

- Duración máxima del defecto

Cuando se produce un defecto, este se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente).

Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que solo influirán a efectos de cálculo si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos. La NTP-CT de FECSA-ENDESA especifica en que no existirá reconexión automática en líneas subterráneas, por tanto, en este caso no será preciso el cálculo.

La NTP-CT de FECSA-ENDESA establece que las protecciones de línea con relés de curva de actuación extremadamente inversa garantizarán la desaparición del defecto en un tiempo inferior a 0,6 segundo. Los parámetros del relé son:

$$t = \frac{K'}{\left(\frac{I'_d}{I'_a}\right)^2 - 1} = \frac{24}{\left(\frac{I'_d}{60}\right)^2 - 1} = 0,488 \text{ s} \quad \text{Ec. (6.28)}$$

Donde t el tiempo de actuación del relé en s

K' una constante igual a 24

I'_a la corriente de arranque de protección igual a 60 amperios

n' curva igual a 2 (extremadamente inversa)

6.3.4.3. Diseño preliminar de la instalación de tierra

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, de acuerdo con la forma y dimensiones del centro de transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

Para ello, se tendrá en cuenta el valor máximo del nivel de aislamiento de las instalaciones en BT, que queda definido según UNESA en $V_{bt} = 10000 \text{ V}$. Se debe tener en cuenta que la tensión de defecto nunca será superior a dicho valor para evitar el deterioro de los elementos de baja tensión.

6.3.4.4. Cálculo de resistencia del sistema de tierra

A continuación se calcula la resistencia máxima de la puesta a tierra de protección y la intensidad de defecto. La intensidad de defecto se calcula con las siguientes expresiones:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad \text{Ec. (6.29)}$$

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad \text{Ec. (6.30)}$$

Donde I_d la intensidad de defecto en A

U_n la tensión de la línea, 25000 V

R_n la resistencia de puesta a tierra del neutro en Ω , se toma el valor de 0 Ω

R_t la resistencia total de puesta a tierra en Ω

X_n la reactancia de puesta a tierra del neutro en Ω , se toma el valor de 25 Ω

V_{bt} la tensión de aislamiento en baja tensión, 10000 V en nuestro caso

Igualando los dos sistemas de ecuaciones y operando obtenemos:

$$I_d = 416,33 \text{ A} < I_{d.max.} = 577,35 \text{ A}$$

$$R_t = 24,02 \Omega$$

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo se calcula mediante esta expresión:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad \text{Ec. (6.31)}$$

Siendo R_t la resistencia total de puesta a tierra en ohmios

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso

K_r el coeficiente del electrodo según la tabla de UNESA

Por lo que el coeficiente del electrodo será igual a:

$$K_r = 0,1201$$

- Tierra de Protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unirán a la tierra de protección: envolventes de

las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio. No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

La configuración que se considera adecuada para la instalación del sistema de puesta a tierra de protección de los Centros de distribución es la siguiente:

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Rectángulo de 3.0 m x 2.5 m.

Sección conductor = 50 mm².
Diámetro picas = 14 mm.
 L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

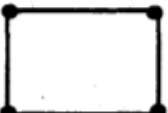
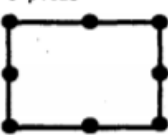
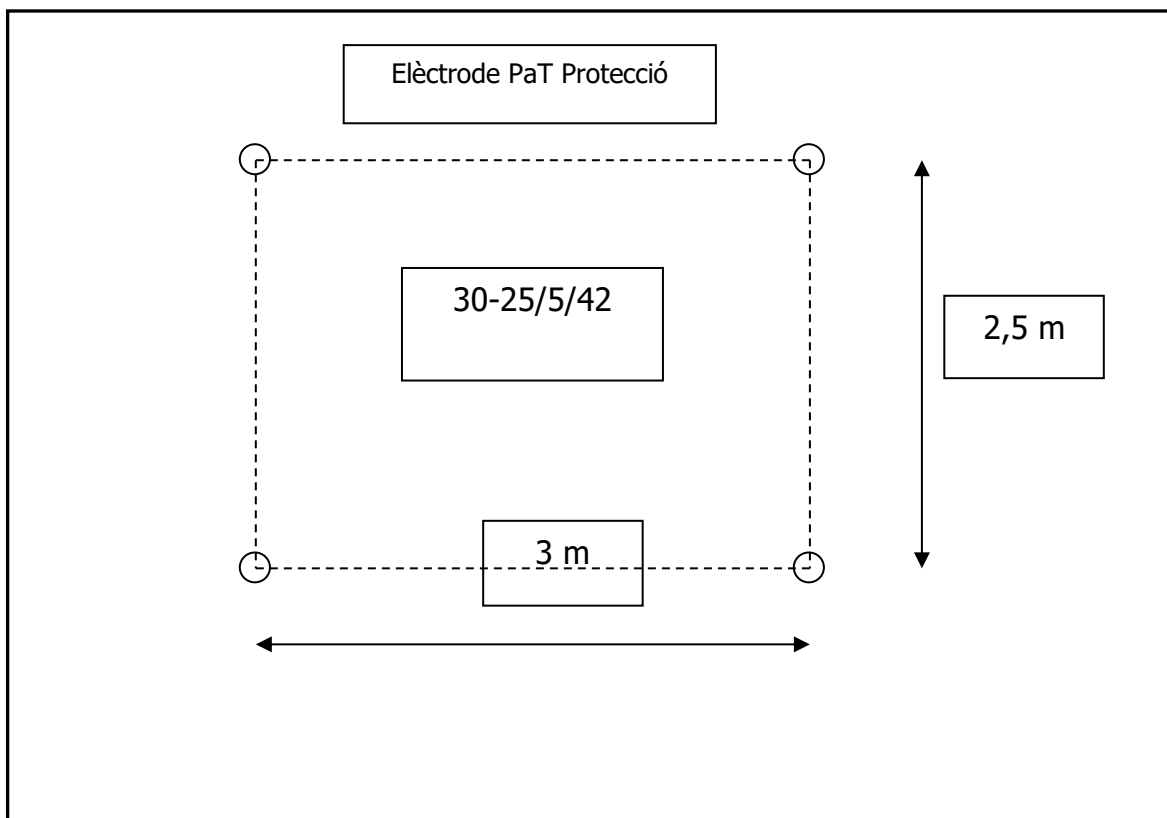
CONFIGURACION	L_p (m)	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	TENSION DE CONTACTO EXT $K_c = K_p(\text{acc})$	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.167	0.0361	0.1083	30-25/5/00
4 picas	2	0.115	0.0274	0.0595	30-25/5/42
	4	0.089	0.0203	0.0402	30-25/5/44
	6	0.074	0.0160	0.0300	30-25/5/46
	8	0.063	0.0131	0.0238	30-25/5/48
	2	0.100	0.0236	0.0462	30-25/5/82
	4	0.074	0.0163	0.0281	30-25/5/84
	6	0.060	0.0123	0.0198	30-25/5/86
	8	0.051	0.0098	0.0151	30-25/5/88

Imagen 6.2. Parámetros característicos de electrodos de puesta tierra

PARÀMETROS	VALORES	
Valor máximo del parámetro K_r	$K_r =$	0,1201
Electrodo escogido (UNESA)	CODI	30-25/5/42
	$K_r =$	0,1150
	$K_p =$	0,0274
	$K_c =$	0,0595
Resistencia de posada a tierra	$R_t = \Omega$	24,02
Intensidad de defecto	$I_d = A$	416,33

Tambla 6.6. Valores de nuestra instalación de puesta tierra



Por lo que el valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será el siguiente:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad \text{Ec. (6.32)}$$

Donde R'_t la resistencia total de puesta a tierra en Ω

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso

K_r el coeficiente del electrodo según la tabla de UNESA

Por lo que el valor real será:

$$R'_t = 23 \Omega$$

La intensidad de defecto real, tras aplicar la fórmula 6.29, será:

$$I'_d = 424,89 \text{ A}$$

6.3.4.5. Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

Para evitar que aparezcan tensiones de contacto interiores, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad:

- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con varilla de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo. Todas las varillas metálicas colocadas dentro del hormigón que constituyan la armadura equipotencial estarán unidas entre sí mediante soldadura eléctrica. Con esta disposición se consigue que, la persona que tenga que acceder a una parte que pueda estar en tensión de forma eventual, esté sobre una superficie equipotencial, desapareciendo el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior.

- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que estas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto se calcula mediante la siguiente expresión:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad \text{Ec. (6.33)}$$

Donde V_d' la tensión de defecto en V
 R_t' la resistencia total de puesta a tierra en Ω
 I_d' la intensidad de defecto en A

El valor de la tensión de defecto será:

$$V_d' = 23 \cdot 424,89 = 9772,47 \text{ V}$$

La tensión de defecto, será 9772,47 V; inferior a los 10000 V del nivel de aislamiento de BT.

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión de defecto ya que se dispone de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según está expresión:

$$V_c' = V_d' = R_t' \cdot I_d' \quad \text{Ec. (6.34)}$$

Donde V_c' la tensión de paso en el acceso en V
 V_d' la tensión de defecto en V
 R_t' la resistencia total de puesta a tierra en Ω
 I_d' la intensidad de defecto en A

El valor de la tensión de paso en el acceso será:

$$V_c' = 9772,47 \text{ V}$$

6.3.4.6. Cálculo de las tensiones de paso en el exterior

Para que evitar que aparezcan tensiones de contacto exteriores, se adoptarán las siguientes medidas de seguridad: las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del edificio no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

La tensión de paso en el exterior vendrá determinada por las características del electrodo y la resistividad del terreno, expresándose de la siguiente forma:

$$V_{pext}' = K_p \cdot R_o \cdot I_d' \quad \text{Ec. (6.35)}$$

Donde V_{pext}' la tensión de paso en el exterior en V
 R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso
 K_p el coeficiente del electrodo según la tabla de UNESA

I_d' la intensidad de defecto en A

El valor de la tensión de paso en el exterior será:

$$V_{pext}' = 0,0274 \cdot 200 \cdot 424,89 = 2328,42 \text{ V}$$

6.3.4.7. Cálculo de las máximas tensiones admisibles

La determinación de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y de la tensión de paso en el acceso al CT se realizará mediante las siguientes expresiones:

- Tensión de paso en el exterior:

$$U_p = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6R_o}{1000} \right) \quad \text{Ec. (6.36)}$$

Donde **k** valor fijado en este caso 72

t tiempo fijado en este caso 0,5 s

n valor fijado 1

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso.

Por lo que la tensión de paso en el exterior será de:

$$U_p = 3168 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al edificio:

$$U_{pacc} = \frac{10 \cdot k}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot R_{a1} + 3R_o}{1000} \right) \quad \text{Ec. (6.35)}$$

Donde **k** valor fijado en este caso 72

t tiempo fijado en este caso 0,5 s

n valor fijado 1

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso.

R_{a1} la resistencia del calzado, 2000 Ω en este caso.

Por lo que la tensión de paso en el acceso del centro será de:

$$U_{pacc} = 10944 \text{ V}$$

Comprobamos que los valores calculados son inferiores a los valores admisibles:

- Tensión de paso en el exterior:

$$V_{\text{pext}}' = 2328,42 \text{ V} < U_p = 3168 \text{ V}$$

- Tensión de defecto:

$$V_d' = 9772,47 \text{ V} < V_{bt} = 10000 \text{ V}$$

- Tensión de paso y contacto:

$$V_c' = 9772,47 \text{ V} < U_{\text{pacc}} = 10944 \text{ V}$$

6.3.4.8. Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I_d'}{2000 \cdot \pi} \quad \text{Ec. (6.36)}$$

Donde I_d' la intensidad de defecto en A

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso

D la distancia mínima de separación en m

El valor de la distancia mínima será:

$$D = 13,52 \text{ m}$$

Para la puesta a tierra en servicio se optará por un sistema de mismas características que la tierra de protección, la configuración elegida se describe a continuación:

PROFUNDIDAD = 0,5 m.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

Imagen 6.3. Características puesta tierra servicio

El coeficiente K_r del electrodo para esta configuración de tierras es:

$$K_r = 0,104$$

Estará constituida por 4 picas en hilera unidas por un conductor horizontal de cobre desnudo de 50 mm² de sección.

Las picas serán de 14 mm de diámetro y de 2 metros de longitud. Se enterrarán verticalmente a una profundidad de 0,5 metros y la separación entre cada pica y la siguiente será de 3m. Con esta configuración, la longitud de conductor desde la primera pica a la última será de 12 metros, dimensión que tendrá que haber disponible en el terreno.

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 voltios cuando exista un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Por eso la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ω .

$$R_{tservicio} = K_r \cdot R_o \quad \text{Ec. (6.37)}$$

Donde $R_{tservicio}$ la resistencia de la tierra en servicio en Ω

R_o la resistencia del terreno en ohmios, 200 Ω en nuestro caso

K_r el coeficiente del electrodo según la tabla de UNESA

Por lo que la resistencia de la tierra en servicio será de:

$$R_{tservicio} = 20,8 \, \Omega$$

Inferior a los 37 Ω .

La tensión de defecto para el sistema de tierra de servicio será de:

$$U_d = R_{tservicio} \cdot I_{dif}$$

Donde $R_{tservicio}$ la resistencia de la tierra en servicio en Ω

U_d la tensión de defecto en V para el sistema de tierra en servicio

I_{dif} la intensidad del diferencial, 0,650 A en este caso

Por lo que el valor de la tensión de defecto será:

$$U_d = 13,52 \, V$$

Inferior a los 24 V.

7. PLIEGO DE CONDICIONES

7.1. Pliego de condiciones facultativo-administrativo

7.1.1. Objeto

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, el cual forma parte de la documentación del proyecto de referencia y que regirá las obras para la realización del mismo, determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución obras de instalación de Redes de Distribución de Media y Alta Tensión y/o Centros de Transformación de tipo Interior acorde a lo estipulado por el DECRETO 141/2009, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento por el que se regulan los procedimientos administrativos relativos a la ejecución y puesta en servicio de las instalaciones eléctricas en Cataluña.

Dichas normas particulares no podrán establecer criterios técnicos contrarios a la normativa vigente contemplada en el presente proyecto, ni exigir marcas comerciales concretas, ni establecer especificaciones técnicas que favorezcan la implantación de un solo fabricante o representen un coste económico desproporcionado para el usuario.

7.1.2. Campo de aplicación

Este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares se refiere al suministro, instalación, pruebas, ensayos, mantenimiento, características y calidades de los materiales necesarios en el montaje de instalaciones eléctricas de Redes de Alta Tensión de transporte y distribución y/o montaje de Centros de Transformación de tipo Interior, con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar social y la protección del medio ambiente, siendo necesario que dichas instalaciones eléctricas se proyecten, construyan, mantengan y conserven de tal forma que se satisfagan los fines básicos de la funcionalidad, es decir de la utilización o adecuación al uso, y de la seguridad, concepto que incluye la seguridad estructural, la seguridad en caso de incendio

y la seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal de la instalación no suponga ningún riesgo de accidente para las personas y cumpla la finalidad para la cual es diseñada y construida.

7.1.3. Normativa de aplicación

Además de las Condiciones Técnicas Particulares contenidas en el presente Pliego, serán de aplicación, y se observarán en todo momento durante la ejecución de la obra, las normas y reglamentos siguientes:

- **Real Decreto 337/2014**, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- **UNE-EN 62271-202:2015**. Aparata de alta tensión. Parte 202: Centros de Transformación prefabricados de alta tensión/baja tensión.
- **Reglamento 548/2014**, de 21 de mayo de 2014, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento y del Consejo Europeo, en lo que respecta a los transformadores de potencia pequeños, medianos y grandes.
- **Ley 54/1997**, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, derogada parcialmente por Ley 24/2013, de 26 de diciembre, (BOE 27 diciembre), salvo las disposiciones adicionales sexta, séptima, vigésima primera y vigésima tercera.
- **Ley 24/2013**, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE 27 diciembre).
- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre de prevención de riesgos laborales; modificaciones por Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales e instrucción para la aplicación de la misma (B.O.E. 8/3/1996).
- **Ley 21/1992**, de 16 de julio, de Industria.
- **Ley 4/1898** de 27 de Marzo, de Conservación de los Espacios Naturales y la Flora y la Fauna.

- **Real Decreto-Ley 2/2001**, de 2 de febrero, por el que se modifica la disposición transitoria sexta de la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, y determinados artículos de la Ley 16/1989, de 17 de julio de Defensa de la Competencia (BOE nº30 de 03/02/01).
- **Real Decreto-Ley 6/2000**, de 23 de junio, de la Jefatura del Estado, de medidas urgentes, de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios (BOE 24/06/00), derogada parcialmente por Ley 36/2003, de 11 de noviembre, de medidas de reforma económica.
- **Real Decreto-Ley 6/1999**, de 16 de abril, de la Jefatura del Estado de medidas urgentes de liberalización e incremento de la competencia (BOE nº 92 de 16/04/99).
- **Real Decreto 1247/2008**, de 18 de julio, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- **Real Decreto 223/2008**, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- **Real Decreto 661/2007**, de 26 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- **Real Decreto 314/2006**, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación del Ministerio de la Vivienda (BOE n. 74 de 28/3/2006).
- **Real Decreto 1454/2005**, de 2 de diciembre, por el que se modifican determinadas disposiciones relativas al sector eléctrico.
- **Real Decreto 436/2004**, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de

producción de energía eléctrica en régimen especial. (BOE Num. 75 de 27 de marzo de 2004)

- **Real Decreto 842/2002**, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (BOE de 18/09/02).
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, y resto de normativa aplicable en materia de prevención de riesgos.
- **Orden de 5 de febrero de 2014**, por la que se regula la tramitación electrónica de los procedimientos administrativos de inicio y puesta en servicio de actividades e instalaciones industriales.
- **Real Decreto 1955/2000**, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE de 27/12/00), modificado por Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (BOE de 24/12/04).
- **Real Decreto 1627/1997**, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- **Real Decreto 2019/1997**, del Miner, de 26 de diciembre, por el que se organiza y regula el mercado de producción de energía eléctrica (BOE nº 310 de 27/12/97), desarrollado por Orden de 29 de diciembre de 1997, por la que se desarrollan algunos aspectos del Real Decreto 2019/1997, de 26 de diciembre. (La Orden de 17 de diciembre de 1998, del Miner, modifica dicha Orden de 29 de diciembre de 1997), modificado por Real Decreto-Ley 6/2000, de 23 de junio, de medidas urgentes de intensificación de la competencia en mercados de bienes y servicios (BOE de 24/06/00), modificado por Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización

y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE de 27/03/04), modificado por Real Decreto 2351/2004, de 23 de diciembre, por el que se modifica el procedimiento de resolución de restricciones técnicas y otras normas reglamentarias del mercado eléctrico (BOE de 24/12/04).

- **Real Decreto 2200/1995**, de 28 de diciembre (BOE de 6 de febrero de 1996) por el que se aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y Seguridad Industrial.
- **Real Decreto 1075/1986**, de 2 de mayo, del Miner, por el que se establecen Normas sobre las condiciones de los suministros de energía eléctrica y la calidad de este servicio (BOE de 06/06/86).
- **Orden de 18 de febrero de 2000**, del Ministerio de Fomento, por la que se regula el control metrológico del Estado sobre los contadores estáticos de energía activa en corriente alterna, clases 1 y 2 (BOE nº53 de 02/03/00).
- **Resolución de la Dirección General de la Energía**, de 19 de junio de 1984, sobre Ventilación y Acceso a ciertos Centros de Transformación (BOE de 26/06/84).
- Guía Técnica de aplicación al Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio.
- Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de lugares de trabajo, que adopta la norma UNE 12464.
- Notas técnicas de prevención editadas por el Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales:
- Ficha Técnica NTP 72: Trabajos con elementos de altura en presencia de líneas eléctricas aéreas.
- Ficha Técnica NTP 73: Distancias a líneas eléctricas de BT y AT.

- Ficha Técnica NT-11-01/76 de ENHER “Canalizaciones subterráneas de Media Tensión”
- Notas técnicas de prevención editadas por el Ministerio del Trabajo y Asuntos Sociales.

7.1.4. Condiciones de índole administrativo

7.1.4.1. Antes del inicio de las obras

Antes de comenzar la ejecución de esta instalación, la Propiedad o titular deberá designar a un técnico titulado competente como responsable de la Dirección Facultativa de la obra, quién, una vez finalizada la misma y realizadas las pruebas y verificaciones preceptivas, emitirá el correspondiente Certificado de Dirección y Finalización de Obra (según anexo VI del Decreto 141/2009).

Asimismo y antes de iniciar las obras, los Propietarios o titulares de la instalación eléctrica en proyecto de construcción facilitarán a la empresa distribuidora o transportista, según proceda, toda la información necesaria para deducir los consumos y cargas que han de producirse, a fin de poder prever con antelación suficiente el crecimiento y dimensionado de sus redes.

El Propietario de la futura instalación eléctrica solicitará a la empresa distribuidora el punto y condiciones técnicas de conexión que son necesarias para el nuevo suministro.

7.1.4.2. Documentación del proyecto

El presente proyecto consta de los documentos y contenidos preceptivamente establecidos en las normativas específicas que le son de aplicación, y como mínimo contempla la documentación descriptiva, en textos y representación gráfica, de la instalación eléctrica, de los materiales y demás elementos y actividades considerados necesarios para la ejecución de una instalación con la calidad, funcionalidad y seguridad requerida.

En aquellos casos en que exista aprobada una “Guía de Proyectos” que específicamente le sea de aplicación el Proyecto deberá ajustarse en su contenido esencial a dicha Guía.

Esta Guía será indicativa, por lo que los proyectos deberán ser complementados y adaptados en función de las peculiaridades de la instalación en cuestión, pudiendo ser ampliados según la experiencia y criterios de buena práctica del proyectista.

El Proyecto deberá ser elaborado y entregado al Propietario o titular antes del comienzo de las obras y antes de su tramitación administrativa.

7.1.4.3. Documentación final

Concluidas las obras necesarias de la instalación eléctrica, esta deberá quedar perfectamente documentada y a disposición de todos sus usuarios, incluyendo sus características técnicas, el nivel de calidad alcanzado, así como las instrucciones de uso y mantenimiento adecuadas a la misma, la cual contendrá como mínimo lo siguiente:

- Documentación administrativa y jurídica: datos de identificación de los profesionales y empresas intervinientes en la obra, acta de recepción de obra o documento equivalente, autorizaciones administrativas y cuantos otros documentos se determinen en la legislación.
- Documentación técnica: el documento técnico de diseño correspondiente, los certificados técnicos y de instalación, así como otra información técnica sobre la instalación, equipos y materiales instalados.

Instrucciones de uso y mantenimiento: información sobre las condiciones de utilización de la instalación así como las instrucciones para el mantenimiento adecuado.

7.1.5. Condiciones de índole facultativo

7.1.5.1. Del titular de la instalación

Las comunicaciones del titular a la Administración se podrán realizar empleando la vía telemática, siempre y cuando quede garantizada la identidad del interesado, asegurada la constancia de su recepción y la autenticidad, integridad y conservación del documento.

Cualquier solicitud o comunicación que se realice en soporte papel, se dirigirá al Director General competente en materia de energía y se presentará en el registro de la Consejería competente en materia de energía, o en cualquiera de los lugares habilitados por el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común.

La inexactitud o falsedad en cualquier dato, manifestación o documento, de carácter esencial, que se acompañe o incorpore a una comunicación previa implicará la nulidad de lo actuado, impidiendo desde el momento en que se conozca, el ejercicio del derecho o actividad afectada, sin perjuicio de las responsabilidades, penales, civiles o administrativas a que hubiera lugar. Antes de iniciar el procedimiento correspondiente, el titular de las mismas deberá disponer del punto de conexión a la red de distribución o transporte y de los oportunos permisos que le habiliten para la ocupación de suelo o para el vuelo sobre el mismo. En caso de no poseer todos los permisos de paso deberá iniciar la tramitación conjuntamente con la de utilidad pública cuando proceda.

El titular o Propiedad de una instalación eléctrica podrá actuar mediante representante, el cual deberá acreditar, para su actuación frente a la Administración.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

El titular deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas privadas, las de generación en régimen especial y las instalaciones eléctricas de baja tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las “Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión” (anexo VII del decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

7.1.5.2. Dirección facultativa

El Ingeniero-Director es la máxima autoridad en la obra o instalación. Con independencia de las responsabilidades y obligaciones que le asisten legalmente, será el único con capacidad legal para adoptar o introducir las modificaciones de diseño, constructivas o cambio de materiales que considere justificadas y sean necesarias en virtud del desarrollo de la obra. En el caso de que la dirección de obra sea compartida por varios técnicos competentes, se estará a lo dispuesto en la normativa vigente.

7.1.5.3. De la empresa instaladora

La empresa instaladora o Contratista es la persona física o jurídica legalmente establecida e inscrita en el Registro Industrial correspondiente del órgano competente en materia de energía, que usando sus medios y organización y bajo la dirección técnica de un profesional realiza las actividades industriales relacionadas con la ejecución, montaje, reforma, ampliación, revisión, reparación, mantenimiento y desmantelamiento de las instalaciones eléctricas que se le encomiende y esté autorizada para ello.

Además de poseer la correspondiente autorización del órgano competente en materia de energía, contará con la debida solvencia reconocida por el Ingeniero-Director.

7.2. Pliego de condiciones técnico. Líneas subterráneas M.T.

7.2.1. Características, calidades y condiciones generales de los materiales eléctricos

7.2.1.1. Definición y clasificación de las instalaciones eléctricas de A.T.

Según Art. 3 del Decreto 141/2009, se define como “instalación eléctrica” todo conjunto de aparatos y de circuitos asociados destinados a la producción, conversión, transformación, transmisión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

Asimismo y según Art. 3 del Decreto 141/2009 estas se agrupan y clasifican en:

- Instalación de baja tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal se encuentra por debajo de 1 kV ($U < 1 \text{ kV}$).
- Instalación de media tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es superior o igual a 1 kV e inferior a 66 kV ($1 \text{ kV} \leq U < 66 \text{ kV}$).
- Instalación de alta tensión: es aquella instalación eléctrica cuya tensión nominal es igual o superior a 66 kV ($U \geq 66 \text{ kV}$).

7.2.1.2. Características generales y calidades de los materiales

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables. En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre y cuando no se especifique lo contrario en el Contrato de Adjudicación de las obras a realizar.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero Director.

7.2.1.3. Componentes y productos de la instalación

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Dispositivos de protección eléctrica
- Canalizaciones subterráneas. Zanjas.
- Protecciones mecánicas.

7.2.1.4. Control y aceptación de los elementos que conforman las redes subterráneas de alta tensión

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.) y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estas podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.
- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.

- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

Concretamente por cada elemento tipo, estas indicaciones para su correcta identificación serán las siguientes:

Conductores:

Identificación, según especificaciones de proyecto (p.e: material, tipo de pantalla, aislamiento, pantalla sobre el aislamiento, cubierta, tipo constructivo, sección, Tensión nominal, resistencia, reactancia por fase, capacidad, temperatura, etc.)

Distintivo de calidad: Marca de Calidad AENOR homologada por el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (MICT)

Año de fabricación y características, según Normas UNE.

El resto de componentes de la instalación deberán recibirse en obra conforme a: la documentación del fabricante, marcado de calidad, la normativa si la hubiere, especificaciones del proyecto y a las indicaciones de la Dirección Facultativa durante la ejecución de las obras.

Asimismo aquellos materiales no especificados en el presente proyecto que hayan de ser empleados para la realización del mismo, dispondrán de marca de calidad y no podrán utilizarse sin previo conocimiento y aprobación de la Dirección Facultativa.

7.2.1.5. Conductores

Los cables utilizados en las redes subterráneas tendrán los conductores de cobre o de aluminio y estarán aislados con materiales adecuados a las condiciones de instalación y explotación manteniendo, con carácter general, el mismo tipo de aislamiento de los cables de la red a la que se conecten. Estarán debidamente apantallados, y protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen o la producida por corrientes erráticas, y tendrán resistencia mecánica suficiente para soportar las acciones de instalación y tendido y las habituales después de la instalación. Se exceptúan las agresiones mecánicas procedentes de maquinaria de obra pública como excavadoras, perforadoras o incluso picos. Podrán ser unipolares o tripolares.

Podrán emplearse cables huecos y cables rellenos de materiales no metálicos. Los conductores de aluminio y sus aleaciones serán siempre cableados.

Se adaptarán las características de los conductores que sean facilitadas por los fabricantes de los mismos. Si no se dispusiera de las características, se podrán utilizar los valores fijados en las correspondientes normas UNE de conductores.

7.2.1.6. Empalmes, conexiones y accesorios

Los accesorios serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de estos. Los accesorios deberán ser asimismo adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.).

Cuando en la línea eléctrica se empleen como conductores cables, cualquiera que sea su composición o naturaleza, o alambres de más de 6 mm., de diámetro, los empalmes de los conductores se realizarán mediante piezas adecuadas a la naturaleza, composición y sección de los mismos.

Lo mismo el empalme que la conexión no deben aumentar la resistencia eléctrica del conductor.

Los empalmes deberán soportar sin rotura ni deslizamiento del cable el 90 por 100 de la carga de rotura del cable empalmado.

Queda prohibida la ejecución de empalmes en conductores por la soldadura a tope de los mismos.

Se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor. Solamente en la explotación, en concepto de reparación de una avería, podrá consentirse la colocación de dos empalmes.

Las piezas de empalme y conexión serán de diseño y naturaleza tal que eviten los efectos electrolíticos, si estos fueran de temer, y deberán tomarse las precauciones necesarias para que las superficies en contacto no sufran oxidación.

7.2.1.7. Protecciones eléctricas

Los cables estarán debidamente protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse por sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las instalaciones que alimenten cables subterráneos. Las características de funcionamiento de dichos elementos de protección corresponderán a las exigencias que presente el conjunto de la instalación de la que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de este.

- Protección contra sobreintensidades de cortocircuito:

La protección contra cortocircuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no exceda de la máxima admisible asignada en cortocircuito. Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0,1 y 3 segundos, serán las indicadas en la norma UNE 20-435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores que las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte la documentación justificativa correspondiente.

En general, no será obligatorio establecer protecciones contra sobrecargas, si bien es necesario, controlar la carga en el origen de la línea o del cable mediante el empleo de aparatos de medida, mediciones periódicas o bien por estimaciones estadísticas a partir de las cargas conectadas al mismo, con objeto de asegurar que la temperatura del cable no supere la máxima admisible en servicio permanente.

- Protección contra sobretensiones:

Los cables deberán protegerse contra las sobretensiones peligrosas, tanto de origen interno como de origen atmosférico, cuando la importancia de la instalación, el valor de las sobretensiones y su frecuencia de ocurrencia así lo aconsejen.

Para ello se utilizarán pararrayos de resistencia variable o pararrayos de óxidos metálicos, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión o se observará el cumplimiento de las reglas de coordinación de aislamiento correspondientes. Deberá cumplirse también, en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de los pararrayos, lo indicado en las instrucciones ITC-RAT 12 Y ITC-RAT 13, respectivamente, Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación, aprobado por Real Decreto 3275/1982, del 12 de noviembre.

En lo referente a protecciones contra sobretensiones serán de consideración igualmente las especificaciones establecidas por las Normas UNE-EN 60071-1, UNE-EN 60071-2, UNE-EN 60099-5.

7.2.2. Condiciones de ejecución y montaje

7.2.2.1. Consideraciones generales

Las instalaciones de Líneas Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

Durante el proceso de ejecución de la instalación se dejarán las líneas sin tensión y, en su caso, se conectarán a tierra. Deberá garantizarse la ausencia de tensión mediante un comprobador adecuado antes de cualquier manipulación.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Los aparatos o herramientas eléctricas que se utilicen estarán dotados del correspondiente aislamiento de grado II, o estarán alimentados a tensión inferior a 50 V, mediante transformador de seguridad.

Se cumplirán, además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo.

7.2.2.2. Comprobaciones iniciales

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación de las Líneas Eléctricas Subterráneas de Alta Tensión, coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

Antes de comenzar los trabajos se marcará, por Instalador autorizado y en presencia de la Dirección Facultativa, en el pavimento de las zonas por donde discurrirá el trazado de las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas. Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los posibles pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc. así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

7.2.2.3. Trazado

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Las canalizaciones se dispondrán, en general, por terrenos de dominio público en suelo urbano o en curso de urbanización que tenga las cotas de nivel previstas en el proyecto de urbanización (alineaciones y rasantes), preferentemente bajo las aceras y se evitarán los ángulos

pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, a poder ser paralelo en toda su longitud a las fachadas de los edificios principales o, en su defecto, a los bordillos. Así mismo, deberá tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos que pueden soportar los cables sin deteriorarse, a respetar en los cambios de dirección.

En la etapa de proyecto deberá contactarse con las empresas de servicio público y con las posibles propietarias de servicios para conocer la posición de sus instalaciones en la zona afectada. Una vez conocidas, antes de proceder a la apertura de las zanjas, la empresa instaladora abrirá calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto en el proyecto. La apertura de calas de reconocimiento se podrá sustituir por el empleo de equipos de detección, como el georradar, que permitan contrastar los planos aportados por las compañías de servicio y al mismo tiempo prevenir situaciones de riesgo.

7.2.2.4. Canalizaciones

- Apertura y cierre de zanjas en aceras y bajo calzada:

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad de la zanja establecida en la memoria descriptiva o planos del proyecto, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

El fondo de las zanjas estará lo más limpio posible de piedras que puedan dañar al conductor, para lo cual se extenderá una capa de 10 cm de arena o tierra fina, que sirve para nivelación y asiento de los cables, nuevamente otra capa de 15 cm de arena, sobre la que se pone la protección mecánica del cable y la señalización. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena cuyos granos tengan dimensiones de 2 a 3mm como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Ingeniero-Director, será necesario su cribado

Se procurará dejar un paso de 50cm entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deberán tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 100cm y anchura de 60cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo acera.
- Profundidad de 120cm y anchura de 60cm para canalizaciones de Alta Tensión bajo calzada.

Si fuese necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial del Área de Obras Públicas del Cabildo Insular competente. Para ello se dirigirá escrito al Sr. Presidente del Cabildo Insular competente, adjuntándose al mismo un anexo de señalización del cruce de carretera, en el que se incluirá una memoria descriptiva de los trabajos a realizar, así como planos de señalización y del trazado de la línea, según las especificaciones establecidas por dicho organismo.

Para el caso particular de que el tramo de carretera considerado se encuentre en casco urbano, se deberá pedir el permiso pertinente al Ayuntamiento del mismo.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La separación entre dos bandas de cables será como mínimo de 20cm.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

Sobre los conductores se colocará una protección mecánica constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm colocados en el sentido del cable. Encima de esta protección se tenderá otra capa con tierra procedente de la excavación, de 20cm de espesor apisonada por medios manuales. Se cuidará que esta capa esté exenta de piedras o cascotes. Sobre esta última capa, se extenderá una banda de polietileno de color amarillo-naranja, por la que se advierta la presencia de cables eléctricos, tal y como se establece en la Norma NUECSA 057-150-1 A. A continuación y hasta un nivel de 15cm bajo la rasante de la acera, se rellenará el resto de la zanja mediante tierra procedente de la excavación, compactando la misma con medios mecánicos, llevándose a cabo el regado de dichas capas de tierra siempre y cuando fuese necesario para adquirir la correcta consistencia del terreno.

Por último, se extenderá una capa de hormigón en masa de 20 N/mm² y 10cm de espesor, sobre la que se colocará el pavimento o se repondrá el anteriormente colocado.

Los conductores deberán estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6m en acera o tierra y 0,8m en calzada, excepción hecha en el caso en que se atravesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

- Apertura y cierre de zanjas en cruces de calle y carreteras:

Se procurará realizarlas perpendicularmente a las calles o carretera instalándose los cables en el interior de tubulares de 200mm de diámetro, dejando 3 tubos de reserva para futuros cruces, en este caso una vez colocados los tubos se hormigonará toda la zanja hasta una altura de 10cm inferior al nivel de la calzada, para rellenar con pavimento asfáltico, colocándose la placa de protección y la cinta de señalización.

- Conductores entubados bajo calzadas, aceras y peatonales:

El cable, en parte o en todo su recorrido, irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, PVC, etc. de superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,5 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Las canalizaciones estarán construidas por tubos de material sintético, de cemento y derivados, o metálicos, hormigonadas en la zanja o no, con tal que presenten suficiente resistencia mecánica. El fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 o 20m según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2m en las que se interrumpirá la continuidad de los tubos. Una vez tendido el cable estas calas se taparán cubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones las necesarias para que el radio de curvatura de tendido. sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90º y aún éstos se limitarán a los indispensables. En general los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima de la arqueta 2 m para Alta Tensión.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25cm por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo. La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo.

La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provisto de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración del agua de lluvia. Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

- Condiciones de proximidad y paralelismo:

Los cables subterráneos de aluminio deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación cuando se aproximan a otros conductores de baja o alta tensión.

Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia mínima de 0,25 metros. Cuando no pueda respetarse esta distancia la conducción más reciente se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y que soporten un impacto de energía de 20 J si el diámetro exterior del tubo no es superior a 90 mm, 28 J si es superior a 90 mm y menor o igual 140 mm y de 40 J cuando es superior a 140 mm.

En el caso que un mismo propietario canalice a la vez varios cables de AT del mismo nivel de tensiones, podrá instalarlos a menor distancia.

7.2.2.5. Transporte de bobinas

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

7.2.2.6. Tendidos de conductores

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura del cable no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no dañen al cable, adoptándose, durante el tendido, precauciones necesarias para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Ingeniero-Director.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10cm de arena fina y la protección de bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de 10cm de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Ingeniero-Director y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

El encargado de la obra, por parte del Contratista, deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

Cada metro y medio, envolviendo las tres fases de Alta Tensión, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos de Alta Tensión, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en la memoria descriptiva o, en su defecto, donde señale el Ingeniero-Director.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán con yeso, de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

7.2.2.7. Protecció mecànica

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y/o por choque de herramientas metálicas.

Para ello se colocará una capa protectora constituida por bloques de hormigón vibrado de 50x25x6cm, cuando se trate de proteger una terna de conductores unipolares o un tripolar. Se incrementará la anchura en 12.5mm por cada terna de cables unipolares o tripolar adicionales colocados en la misma capa horizontal.

7.2.2.8. Señalización

Todo conductor o conjunto de conductores deberá estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 20cm por encima del ladrillo. Cuando los conductores o conjuntos de conductores de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, deberá colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

7.2.2.9. Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características, en concordancia con las Normas UNE 21024, para el caso de conductores aislados con papel impregnado y la UNE 21123 para los conductores de aislamiento seco.

7.2.2.10. Cierre de zanjas

El cierre de zanjas se llevará a cabo según lo establecido en los diferentes apartados correspondientes a las aperturas de zanjas.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos autorizados de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

7.2.2.11. Reposición de pavimento

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

7.2.2.12. Puestas a tierra

Las pantallas metálicas de los cables se conectarán a tierra, por lo menos en una de sus cajas terminales extremas. Cuando no se conecten ambos extremos a tierra, el proyectista deberá justificar en el extremo no conectado que las tensiones provocadas por el efecto de las faltas a tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla, no producen una tensión de contacto aplicada superiores al valor indicado en la ITC-LAT 07 del RD 223/2008, salvo que en este extremo la pantalla esté protegida por envolvente metálica puesta a tierra o sea inaccesible. Asimismo, también deberá justificar que el aislamiento de la cubierta es suficiente para soportar las tensiones que pueden aparecer en servicio o en caso de defecto.

7.2.3. Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, La Propiedad y los usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de las instalaciones eléctricas de Alta Tensión que requieran mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Los contratos de mantenimiento se formalizarán por períodos anuales, prorrogables por acuerdo de las partes, y en su defecto de manera tácita. Dicho documento consignará los datos identificativos de la instalación afectada, en especial su titular, características eléctricas nominales, localización, descripción de la edificación y todas aquellas otras características especiales dignas de mención.

No obstante, cuando el titular acredite que dispone de medios técnicos y humanos suficientes para efectuar el correcto mantenimiento de sus instalaciones, podrá adquirir la condición de mantenedor de las mismas. En este supuesto, el cumplimiento de la exigencia reglamentaria de mantenimiento quedará justificado mediante la presentación de un Certificado de automantenimiento que identifique al responsable del mismo. No se permitirá la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa intermediaria.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento o el certificado de automantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio. Las empresas distribuidoras, transportistas y de generación en régimen ordinario quedan exentas de presentar contratos o certificados de automantenimiento.

Cuando las tareas de mantenimiento se compartan entre ambas partes, el contrato de mantenimiento deberá delimitar el campo de actuación de cada uno. En este caso no estará permitida la subcontratación del mantenimiento a través de una tercera empresa.

Las comprobaciones y chequeos a realizar por los responsables del mantenimiento se efectuarán con la periodicidad acordada, atendiendo al tipo de instalación, su nivel de riesgo y el entorno ambiental, todo ello sin perjuicio de las otras actuaciones que proceda realizar para corrección de anomalías o por exigencia de la reglamentación. Los detalles de las averías o defectos detectados, identificación de los trabajos efectuados, lista de piezas o dispositivos reparados o sustituidos y el resultado de las verificaciones correspondientes deberán quedar registrados en soporte auditable por la Administración.

Las empresas distribuidoras, las transportistas y las de generación en régimen ordinario están obligadas a comunicar al órgano competente en materia de energía, los contratos de mantenimiento, que celebren en su ámbito con empresas instaladoras autorizadas, y que estén vinculados a las redes de distribución, de transporte o centrales de generación respectivamente.

7.2.4. Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

7.2.4.1. Verificación e inspección de las líneas eléctricas propiedad de empresas de transportes y distribución de energía eléctrica

- Verificación:

Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por el titular de la instalación o por personal delegado por el mismo.

Se efectuarán los ensayos previos a la puesta en servicio que establezcan las normas de obligado cumplimiento. En cualquier caso para líneas eléctricas con conductores aislados con pantalla se efectuarán, al menos, los ensayos de comprobación del aislamiento principal y de la cubierta. En las líneas aéreas y en las subterráneas con cables aislados instalados en galerías visitables, se realizarán, además, los ensayos de la medida de resistencia del circuito de puesta a tierra y, en el caso que corresponda, medida de las tensiones de contacto.

Las líneas eléctricas de alta tensión serán objeto de verificaciones periódicas, al menos una vez cada tres años, realizando las comprobaciones que permitan conocer el estado de los diferentes componentes de las mismas. Las verificaciones se podrán sustituir por planes concertados con el órgano competente de la Administración, que garanticen que la línea está correctamente mantenida.

Como resultado de una verificación previa o periódica, la empresa titular emitirá un acta de verificación, en la cual figurarán los datos de identificación de la línea y posible relación de defectos, planes de corrección y, en su caso, observaciones al respecto.

La empresa titular mantendrá una copia del acta de verificación a disposición del órgano competente de la Administración. El acta de verificación podrá ser enviada mediante una transmisión electrónica.

- Inspección

Los órganos competentes de la Administración podrán efectuar, por sí mismos o a través de terceros, inspecciones sistemáticas mediante control por muestreo estadístico.

7.2.4.2. Verificación e inspección de las líneas eléctricas que no sean propiedad de empresas de transporte y distribución de energía eléctrica

Todas las líneas deben ser objeto de una verificación previa a la puesta en servicio y de una inspección periódica, al menos cada tres años. Para las líneas de tensión nominal menor o igual a 30 kV la inspección periódica puede ser sustituida por una verificación periódica. Las líneas de tensión nominal superior a 30 kV deberán ser objeto, también, de una inspección inicial antes de su puesta en servicio. Las verificaciones previas a la puesta en servicio de las líneas eléctricas de alta tensión deberán ser realizadas por las empresas instaladoras autorizadas que las ejecuten.

Sin perjuicio de las atribuciones que, en cualquier caso, ostenta la Administración pública, los agentes que lleven a cabo las inspecciones de las líneas eléctricas de alta tensión de tensión nominal mayor de 30 kV deberán tener la condición de organismos de control, según lo establecido en el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, acreditados para este campo reglamentario.

Las verificaciones periódicas de líneas eléctricas de tensión nominal no superior a 30 kV podrán ser realizadas por técnicos titulados con competencias en este ámbito que dispongan de un certificado de cualificación individual, expedido por una entidad de certificación de personas acreditada, de acuerdo con el Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre, y según la norma UNE-EN-ISO/IEC 17024. El certificado de cualificación individual se renovará, al menos, cada tres años. Asimismo, el técnico titulado encargado de la verificación no podrá haber participado ni en la redacción del proyecto, ni en la dirección de obra, ni estar vinculado con el mantenimiento de la línea.

7.3. Pliego de condiciones técnico. Líneas aéreas M.T.

7.3.1. Características, calidades, y condiciones generales de los materiales eléctricos

7.3.1.1. Características generales y calidades de los materiales

Los materiales cumplirán con las especificaciones de las Normas UNE que les correspondan. Los conductores instalados serán los que figuran en el presente proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes y lo que al respecto establezca el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y la reglamentación vigente.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Ingeniero-Director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Ingeniero-Director.

7.3.1.2. Componentes y productos constituyentes de la instalación

Genéricamente la instalación contará con:

- Conductores
- Aisladores
- Accesorios de sujeción
- Apoyos
- Crucetas, herrajes-soportes y tornillería
- Tirantes y tornapuntas
- Elementos de unión, conexión y anclaje: Conexiones, Empalmes, Grapas etc.

Conductores

Conductores de aluminio

Los conductores pueden estar constituidos por hilos redondos o con forma trapezoidal de aluminio o aleación de aluminio y pueden contener, para reforzarlos, hilos de acero

galvanizados o de acero recubiertos de aluminio. Los cables de tierra se diseñarán según las mismas normas que los conductores de fase.

Las resistencias eléctricas de la gama preferente de conductores con alambres circulares se dan en norma UNE. Para conductores con secciones de alambres diferentes, la resistencia del conductor deberá calcularse utilizando la resistividad del alambre, la sección transversal y los parámetros del cableado del conductor.

Debe verificarse que la intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito de los conductores cumplen los requisitos de las especificaciones del proyecto. También debe considerarse la predicción del nivel de perturbación radioeléctrica y el nivel del ruido audible de los conductores.

La máxima temperatura de servicio de conductores de aluminio bajo diferentes condiciones operativas deberá ser indicada en las especificaciones del proyecto. Estas Especificaciones darán algunos o todos los requisitos, bajo las siguientes condiciones:

- La temperatura máxima de servicio bajo carga normal en la línea, que no sobrepasará los 85 °C.
- La temperatura máxima de corta duración para momentos especificados, bajo diferentes cargas en la línea, superiores al nivel normal, que no sobrepasará los 100 °C.
- La temperatura máxima debida a un fallo especificado del sistema eléctrico, que no sobrepasará los 100 °C.

Alternativamente, y con las precauciones adecuadas, el incremento real de temperatura debido a las corrientes de cortocircuito puede determinarse mediante un ensayo.

En cuanto a los requisitos mecánicos, la carga de rotura de los conductores de aluminio debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga. La tensión máxima admisible en el conductor debe indicarse en las especificaciones del proyecto.

Conductores de acero

La resistividad de los hilos de acero galvanizados y de acero revestidos de aluminio se da en norma UNE. La resistencia del conductor en corriente continua a 20 °C se calculará de acuerdo con los principios de norma UNE.

La intensidad admisible y la capacidad de cortocircuito, particularmente el efecto sobre la tensión mecánica, debe verificarse con los requisitos de las Especificaciones del Proyecto. Respecto a las temperaturas de servicio del conductor es aplicable a los conductores de aluminio.

En lo que respecta a los requisitos mecánicos la carga de rotura de conductores de acero debe ser suficiente para cumplir con los requisitos de carga determinados.

7.3.1.3. Control y aceptación de los elementos y equipos que conforman las redes aéreas de alta tensión

La Dirección Facultativa velará porque todos los materiales, productos, sistemas y equipos que formen parte de la instalación eléctrica sean de marcas de calidad (UNE, EN, CEI, CE, AENOR, etc.), y dispongan de la documentación que acredite que sus características mecánicas y eléctricas se ajustan a la normativa vigente, así como de los certificados de conformidad con las normas UNE, EN, CEI, CE u otras que le sean exigibles por normativa o por prescripción del proyectista y por lo especificado en el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares. La Dirección Facultativa asimismo podrá exigir muestras de los materiales a emplear y sus certificados de calidad, ensayos y pruebas de laboratorios, rechazando, retirando, desmontando o reemplazando dentro de cualquiera de las etapas de la instalación los productos, elementos o dispositivos que a su parecer perjudiquen en cualquier grado el aspecto, seguridad o bondad de la obra.

Cuando proceda hacer ensayos para la recepción de los productos o verificaciones para el cumplimiento de sus correspondientes exigencias técnicas, según su utilización, estos podrán ser realizadas por muestreo u otro método que indiquen los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, además de la comprobación de la documentación de suministro en todos los casos, debiendo aportarse o incluirse, junto con los equipos y materiales, las indicaciones necesarias para su correcta instalación y uso debiendo marcarse con las siguientes indicaciones mínimas:

- Identificación del fabricante, representante legal o responsable de su comercialización.

- Marca y modelo.
- Tensión y potencia (o intensidad) asignadas.
- Cualquier otra indicación referente al uso específico del material o equipo, asignado por el fabricante.

7.3.2. Condiciones técnicas de ejecución de redes aéreas de media tensión

7.3.2.1. Condiciones previas

En las presentes condiciones técnicas se especifican las que deben cumplir las distintas unidades de obra y materiales. Se indicarán, asimismo, los ensayos y mediciones que se llevarán a cabo sobre las unidades de obra terminadas, señalándose las tolerancias.

Los ensayos y pruebas verificadas durante la ejecución de los trabajos, no tienen otro carácter que el de simples recepciones provisionales.

En el montaje se emplearán herramientas no cortantes para evitar que puedan dañar el aluminio o galvanizado de los cables y herrajes. Se prohíbe golpear los bulones o tornillos para que entren en sus orificios respectivos. Todos los tornillos quedarán bien apretados para evitar que se aflojen.

7.3.2.2. Trabajos y fases a ejecutar

Los trabajos a los que se refieren son los siguientes:

- 1- Pistas y Accesos.
- 2- Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra de los materiales.
- 3- Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil.
- 4- Explanación.
- 5- Excavación.
- 6- Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos.

- 7- Instalación de apoyos.
- 8- Tomas de tierra.
- 9- Instalación de conductores.
- 10- Instalación de cables de tierra.

Placas de peligro de muerte y numeración de apoyos.

1. Pistas y accesos:

Bajo ningún concepto, el Contratista iniciará la ejecución de las pistas y accesos, para el transporte de los materiales, para la circulación de vehículos, maquinaria de tendido, etc., sin la previa autorización del Ingeniero-Director. Cuando éste autorice la realización de los caminos correrá a cargo del Contratista:

- La obtención de los permisos para su ejecución y la indemnización que hay lugar por los mismos.
- Todos los daños que se ocasionen por motivo de la apertura de los caminos.

La maquinaria, herramientas, suministro de explosivos, autorización para el empleo de los mismos y cuantos elementos se juzguen necesarios para la mejor ejecución de dichos caminos.

2. Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra:

Los materiales de acopio anticipado, es decir, aquellos materiales que por no encontrarse existencia en el mercado local, es necesario adquirirlos antes de empezar los trabajos, serán suministrados normalmente por la Propiedad.

Los materiales de acopio en el momento de la construcción de la línea, es decir, aquellos materiales que por su reducido plazo de acopio, pueda considerarse su adquisición como simultánea a su empleo, serán suministrados normalmente por el Contratista.

3. Replanteo de los apoyos y comprobación de perfil:

Los apoyos deben quedar replanteados de la siguiente forma:

- **Apoyos de alineación**

Quedarán definidos como mínimo, por una estaquilla central que indicará la proyección de eje vertical del apoyo y cuatro más que estarán, dos alineadas en la dirección de la línea y dos en la dirección perpendicular.

- **Apoyos de ángulo**

Los apoyos de ángulo se replantearán mediante cinco estaquillas que se dispondrán en cruz, dos de ellas según la dirección de la bisectriz del ángulo que forma la línea y otras dos en la perpendicular a ella, pasando por la estaquilla central que indicará la proyección del eje vertical de apoyo.

- **Apoyos de anclaje y fin de línea**

Se replantearán igual que los apoyos de alineación.

Los caminos, pistas, sendas que sean utilizadas, cumplirán lo siguiente:

- Serán lo suficientemente anchos para evitar roces y choques con ramas, árboles, piedras, etc.
- No favorecerán las caídas o desprendimientos de las cargas que transporten vehículos.
- Las pendientes o peraltes serán tales que impidan las caídas o vuelcos de vehículos.

4. Explanación

La explanación comprende la excavación a cielo abierto con el fin de dar salida a las aguas y nivelar la zona de cimentación, para la correcta ubicación del apoyo.

Se tendrán presentes las siguientes instrucciones:

- En terrenos inclinados se efectuará una explanación del terreno, al nivel correspondiente a la estaca central. Como regla general se estipula que la profundidad de la excavación debe referirse al nivel inferior.
- En el caso de apoyos con fundaciones independientes y desniveladas, se hará igualmente una explanación del terreno al nivel de la estaca central, pero la profundidad de las excavaciones debe referirse a la cota inferior de cada una de ellas.

- Las explanaciones definitivas deben quedar con pendientes adecuadas (no inferiores al 5%) como para que no se estanquen aguas próximas a las cimentaciones.

5. Excavación:

La excavación propiamente dicha para los macizos de las fundaciones de los apoyos comprende, además de la apertura de hoyos en cualquier clase de terreno, la retirada de tierras sobrantes, el allanado y limpiado de los terrenos circundantes al apoyo, el suministro de explosivos, agotamiento de aguas, entibado, empleo y aportación de la herramienta necesaria y cuantos elementos se juzguen necesarios para su correcta ejecución.

Tanto los fosos de las excavaciones que estén terminadas como los que estén en ejecución, habrán de taparse con planchas de hierro o cualquier armazón de madera suficientemente rígida que impida su fácil desplazamiento y la caída de cualquier persona o animal, y encima de las mismas se colocarán piedras pesadas hasta el momento del hormigonado. Los que estén en ejecución deberán taparse de un día para otro.

Los productos sobrantes de la explanación y excavación se extenderán adaptándose a la superficie natural del terreno, siempre y cuando éstos sean de la misma naturaleza y color. En el caso de que los materiales extraídos, por su volumen o naturaleza dificulten el uso normal del terreno, se procederá a su retirada a vertedero autorizado.

En el caso de que penetrase agua en los fosos, ésta deberá ser evacuada antes del relleno de hormigón.

6. Hormigonado de las cimentaciones de los apoyos:

Comprende el hormigonado de los macizos de las fundaciones incluido el transporte y suministro de todos los áridos y demás elementos necesarios a pie de hoyo, el transporte y colocación de los anclajes y plantillas, así como la correcta nivelación de los mismos.

Antes de proceder al hormigonado de cualquier apoyo, y con una antelación mínima de 48 horas, el Contratista se lo hará saber al Ingeniero-Director, el cual dispondrá lo necesario para

verificar las dimensiones mínimas, comprobar con un cuadro metálico la excavación y autorizar el hormigonado si procediere.

Salvo aceptación en contrario por parte del Ingeniero-Director, la ejecución de la excavación no deberá proceder al hormigonado en más de 10 días naturales, para evitar que la meteorización de las paredes de los apoyos provoque su derrumbamiento.

7. Instalación de apoyos:

En la instalación de apoyos se tendrán en cuenta las siguientes fases:

- 1- Recepción.
- 2- Transporte.
- 3- Acopio.
- 4- Clasificación.
- 5- Armado.
- 6- Izado.
- 7- Apretado y graneteado.
- 8- Maquinaria y herramienta auxiliar.
- 9- Control de Calidad.
- 10- Normas de Seguridad Específicas.

- 1- Recepción: Caso de que los apoyos sean suministrados por la Propiedad, además de tener en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares, ésta facilitará al Contratista el “Packing List” de los mismos con relación de bultos y contenido de cada uno de ellos, teniendo que comprobar el Contratista que el material recibido está de acuerdo con el citado “Packing List”.
- 2- Transporte: Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Los caminos de acceso a los puntos de emplazamiento de los apoyos, serán los mismos que sirvieron para desarrollar las actividades precedentes. Cualquier alteración será propuesta al Ingeniero-Director para su aceptación, si es que procede.

- 3- Acopio: Se tendrá en cuenta lo expuesto en el apartado “Suministro, transporte, almacenamiento y acopio a pie de obra” del presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares.

Las torres se acopiarán a obra de acuerdo con la Propiedad con antelación suficiente y en consonancia con el ritmo de izado, evitando que estén en el campo excesivo tiempo sin ser utilizadas. Los tornillos se acopiarán a medida que se vayan a utilizar.

- 4- Clasificación: Para la clasificación se utilizarán los planos y listas que la Propiedad facilitará al respecto, realizándola con la previsión suficiente para no interrumpir los trabajos del armado e izado, debiéndose comunicar las posibles faltas o defectos con al menos quince días de antelación.

- 5- Armado:

- Consideraciones previas: No se podrá realizar modificación alguna en las barras y cartelas (corte de ingletes, talados, etc.) ni sustitución de materiales, sin el consentimiento previo del Ingeniero-Director. Cualquier modificación, bien sea en cartelas o angulares, deberá ser expresamente autorizada por el Ingeniero-Director.

Las barras de los apoyos deberán ser comprobadas a pie de obra antes de ser montadas con objeto de asegurarse de que no han sufrido deformaciones y torceduras en el transporte, debiendo procederse a su corrección o desecharlas en el caso de que esto haya ocurrido.

- Tornillería: Los tornillos se limpiarán escrupulosamente antes de usarlos, y una vez apretados, deberán sobresalir de la tuerca el mínimo necesario que nos permita garantizar un correcto graneteado.

Como norma general, los tornillos estarán siempre orientados con la tuerca hacia el exterior de la torre, y en el caso de posición vertical (crucetas y encuadramientos), la tuerca irá hacia arriba y se

comprobará exhaustivamente en estos elementos su apriete y posterior graneteado. Se prohíbe expresamente golpear tornillos en su colocación.

- Herramientas: Para el montaje sólo se emplearán como herramientas las llaves autorizadas, barrilla, el puntero y el punzón de calderero que servirá para hacer coincidir los taladros de las piezas pero sin que el uso del puntero sirva para agrandar el taladro.

Las herramientas y medios mecánicos empleados están correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados.

- Ejecución material: El sistema de montaje de apoyo será el adecuado al tipo del mismo y se podrá realizar por el procedimiento que el Contratista considere más conveniente.

Cuando el armado del apoyo se realice en el suelo, se realizará sobre terreno sensiblemente horizontal y perfectamente nivelado con gatos y calces prismáticos de madera a fin de no producir deformaciones permanentes en barras o tramos.

- 6- Izado: No podrán comenzar los trabajos de izado de los apoyos antes de haber transcurrido siete días desde la finalización del hormigonado de los mismos.

En todos los casos en que la estructura por su volumen o dimensiones necesite de arriostramiento para su izado, con el fin de evitar deformaciones, éste se realizará por medio de puntales de madera o elementos metálicos preparados.

Cualquiera que sea el procedimiento de izado, el apriete de las barras en el armado será el adecuado para que permita a los taladros en las distintas fases del izado absorber las pequeñas diferencias que se hayan producido como consecuencia de la fabricación del apoyo y la ejecución de las cimentaciones antes del apriete final.

- 7- Apretado y graneteado: Una vez que el Contratista haya comprobado el perfecto montaje de los apoyos, deberá proceder al repaso de los mismos, comprobando que han sido colocados la

totalidad de los tornillos y realizado de forma sistemática el último apriete de los mismos y el graneteado de las tuercas de los tornillos con el fin de impedir que se aflojen.

- 8- Maquinaria y herramienta auxiliar: Toda la maquinaria y herramienta a utilizar en el izado de los apoyos estará dimensionada para soportar los esfuerzos que demande de acuerdo con el tipo y altura del apoyo a izar.
- 9- Control de calidad: La verticalidad final del apoyo izado previo al tendido de los conductores, no tendrá una desviación superior al 0,2% de la altura del apoyo.

Los posibles defectos que se observen en el galvanizado producido como consecuencia de las operaciones desarrolladas, serán subsanados con los productos de protección adecuados, autorizados por el Ingeniero-Director, o en su caso con el cambio completo de elementos defectuosos, a cargo del Contratista.

- 10- Normas de seguridad específicas: El equipo de protección personal utilizado deberá constar de casco con barboquejo, guantes de cuero, botas de seguridad, cinturón de seguridad y paracaídas (método "línea de vida"), debiendo estar todo el equipo homologado por el Ministerio de Trabajo.

La mínima dotación de trabajo debe ser de dos operarios con vehículo, con el fin de poderse prestar mutua ayuda en el supuesto de que ocurra algún percance.

Las herramientas y medios mecánicos empleados estarán correctamente dimensionados y se utilizarán en la forma y con los coeficientes de seguridad para los que han sido diseñados. Cuando se utilice el cabrestante en el izado estará anclado al terreno y situado a una distancia tal que no pueda ser alcanzado por la caída fortuita de la pluma o tramos de apoyo que se están izando.

8. Tomas a tierra

Es el conjunto de todos los cuerpos conductores enterrados en el terreno, en contacto íntimo con éste y unidos eléctricamente a los apoyos. La toma de tierra del apoyo abarca el conjunto de la toma de tierra de cada pata y la mejora de la toma de tierra.

Reglamentación y normativa aplicables:

Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.

Normativa sobre la clasificación de zonas de situación de apoyos:

En el ámbito de esta especificación las zonas en las que pueden quedar situados los apoyos se clasifican en:

- Zonas de pública concurrencia (P.C.)
- Zonas frecuentadas (F)

A continuación se define cada una de las zonas, indicando de forma concreta detalles que puedan ayudar al proyectista en su clasificación correcta.

Zonas de pública concurrencia

Se consideran como tales las siguientes:

- Casco urbano y parques urbanos públicos.
- Áreas públicas destinadas al ocio cultural o recreativo, tales como parque deportivos, zoológicos, ferias y otras instalaciones análogas.
- Lugares de celebración habitual de romerías, festivales, concursos, actos políticos, sindicales, religiosos, mercados, ferias de ganado, etc.
- Zonas de equipamientos comunitarios, tanto públicos como privados, tales como hipermercados, hospitales, centros de enseñanza, etc.

Zonas frecuentadas

Se considerarán zonas frecuentadas las que, no estando incluidas en el apartado anterior se hallen próximas a las anteriores.

Se consideran también como tales:

- Zonas próximas a viviendas, carreteras, caminos de servicio de los que sean titulares el Estado, entidades autónomas, entidades locales y demás personas de derecho público, o aquéllas construidas por personas privadas con finalidad análoga.
- Fuentes y pozos de utilización habitual. Zonas de huertas.
- Instalaciones agropecuarias en la proximidad de establos o edificaciones.
- Proximidad a ermitas.

9. Instalación de conductores

Instalación de conductores desnudos

Los trabajos comprendidos en este apartado son los correspondientes a:

- 1- Condiciones generales.
- 2- Colocación de cadenas de aisladores y poleas.
- 3- Instalación de protecciones en cruzamientos.
- 4- Tendido de los conductores y cables de tierra.
- 5- Realización de empalmes y amarres.
- 6- Arriostramiento vertical y horizontal de los apoyos.
- 7- Tensado.
- 8- Regulado y medición de flechas.
- 9- Compensación de cadenas e instalación de grapas suspensión.
- 10- Control de Calidad.
- 11- Normas de Seguridad específicas.

- 1- Condiciones generales:

El Contratista proporcionará a la obra toda la herramienta, equipo y maquinaria necesaria para la correcta ejecución de los trabajos de tendido. El comienzo de los trabajos de tendido, en un cantón, será como mínimo 28 días después de la terminación del hormigonado de todos los apoyos del mismo. El plazo mencionado podrá ser reducido, con la autorización expresa y por escrito del Ingeniero-Director.

Con anterioridad suficiente se realizará una revisión conjunta de las herramientas, útiles y maquinaria a utilizar en la ejecución de los trabajos.

2- Colocación de cadenas de aisladores y poleas:

La manipulación de los aisladores y de los herrajes se hará con el mayor cuidado, no desembalándolos hasta el instante de su colocación, comprobándose si han sufrido algún desperfecto, en cuyo caso la pieza deteriorada será devuelta para almacén y sustituida por otra. Las cadenas de aisladores se limpiarán cuidadosamente antes de ser montadas en los apoyos. Su elevación se hará de forma que no sufran golpes, ni entre ellas, ni contra superficies duras y de forma que no experimenten esfuerzos de flexión los vástagos que unen entre sí los elementos de la cadena, que podrían provocar el doblado y rotura de los mismos.

3- Instalación de protecciones en cruzamientos:

Son los dispositivos que deben colocarse en los cruzamientos con carreteras, caminos, líneas eléctricas y telefónicas etc., antes de iniciarse el tendido de los cables, permitiendo al mismo tiempo el paso por las vías de comunicación sin interrumpir la circulación.

Estarán compuestas, como mínimo, por 2 pies derechos y 1 travesaño horizontal que deberá ser de madera o material de similar dureza. El número de travesaños y pies derechos será tal que la longitud total de la protección exceda, como mínimo, 2 metros a cada lado del ancho total de la línea.

En los cruzamientos con caminos, líneas de Baja Tensión y líneas telefónicas se instalará una protección, por delante del obstáculo a cruzar y en el sentido de la línea a tender.

En los cruces con carreteras y autopistas se instalará una protección a cada lado de las vías. Y una en la mediana de separación en el caso de autopistas. En ambos casos se instalará una red que proteja las vías de posibles caídas de los cables.

Su instalación se realizará de forma que cumpla los Reglamentos vigentes para los servicios cruzados.

4- Tendido de los conductores y cables de tierra:

El tendido de los cables consiste en desplegar los mismos a lo largo de la línea, pasándolo por las poleas situadas en los apoyos, las cuales se colocarán a la altura de fijación de los cables,

esto es, en las cadenas de suspensión, en los apoyos de alineación, y en la punta de cruceta, en los de amarre.

Se denomina “serie” el tramo de línea comprendida entre dos apoyos de amarre entre los que se tenderá un conductor o una bobina. Una serie podrá comprender varios cantones.

Deberá comprobarse que en todo momento que los cables deslizen suavemente sobre las poleas.

El criterio a seguir es tender bobinas completas y las combinaciones de las mismas a que diera lugar en cada serie particular, incluso su tendido parcial sucesivo o en series discontinuas, a fin de evitar en la medida de lo posible los sobrantes de cable y la realización de empalmes.

El cable se sacará de las bobinas mediante giro de las mismas. Este giro deberá efectuarse en el sentido impuesto por el fabricante.

Las bobinas se instalarán sobre gatos o soportes adecuados al peso y dimensiones de la misma. Estos gatos deberán disponer de elementos de nivelación mecánica y frenos adecuados para conseguir que el cable entre en la máquina de freno con tracción mecánica, evitando así que se aflojen las capas del cable en la bobina.

El despliegue de los cables se efectuará con máquina de freno, para evitar el rozamiento de los mismos con el suelo, o cualquier otro obstáculo.

Se observará el estado de los cables a medida que vayan saliendo del tambor del freno con objeto de detectar posibles deterioros.

La máquina de freno deberá estar convenientemente anclada al terreno mediante el suficiente número de puntos, de forma que quede asegurada su inmovilidad. Nunca podrán utilizarse los apoyos, cimentaciones o árboles para realizar el anclaje de las mismas.

Durante el despliegue de los cables se situarán los operarios necesarios, provistos de emisoras, y en disposición de detener la operación de tendido de inmediato. Será necesario disponer de un operario en cada punto de cruce importante de la línea.

La tracción de tendido de los conductores será, como mínimo, la necesaria para que venciendo la resistencia de la máquina de freno, puedan desplegarse los cables evitando el rozamiento con los obstáculos naturales. Como máximo, esta tracción será del 70% de la necesaria para colocar los cables a su flecha. Esta tracción deberá mantenerse constante durante el tendido de todos los conductores de la serie.

La longitud de la serie a tender vendrá limitada por la resistencia de las poleas al avance del conductor sobre ellas. En principio se puede considerar un máximo de 20 poleas por conductor y tramo, aunque este número se reducirá si existen poleas muy cargadas. No podrá iniciarse el tendido de un cable si se prevé que no podrá finalizarse en el día. No podrá detenerse la operación de tendido por un periodo mayor de dos horas. Los daños producidos durante el tendido serán por cuenta del Contratista.

5- Realización de empalmes y amarres:

El Contratista en caso necesario, dispondrá para la realización de la compresión de grapas de la prensa hidráulica adecuada con sus matrices correspondientes al diámetro de los conductores. Las grapas de compresión, deberán ser limpiadas interior y exteriormente con cepillos y baquetas adecuados, debiendo limpiar el cable con gasolina en la zona donde se realizará la comprobación.

El proceso de ejecución es el siguiente:

- Deslizar el cuerpo de grava sobre el conductor.
- Se dejará al descubierto el alma de acero con una longitud aproximada un 20% mayor que la longitud de la caña del émbolo de la grapa.
- Para evitar la oxidación se pintará con una pasta espesa de cromado de cinc o minio de plomo y aceite de linaza, el(los) extremo(s) del alma de acero del cable, antes de entrar en el manguito de acero, y el manguito de acero después de comprimido.
- Introducir el alma de acero en la caña del émbolo, haciendo tope en el fondo de éste.
- Comprimir con la matriz adecuada al diámetro del conductor, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el émbolo (desde la zona ondulada hacia el conductor).
- Limpiar con cepillo cuidadosamente e impregnar con grasa selladora toda la zona que quedará cubierta con el cuerpo de aluminio.
- Deslizar el cuerpo de grapa sobre el émbolo.
- Elegir la posición del émbolo (según interese por la posición de la cadena) mediante las muescas de la pala del cuerpo y el pivote situado en la balona o tope del émbolo.

- Comprimir con la matriz indicada la zona de grapa correspondiente a las ondulaciones del émbolo, siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Comprimir con la misma matriz la zona de grapa correspondiente al conductor siguiendo la dirección de las flechas grabadas en el cuerpo de grapa.
- Una vez comprimido el émbolo se efectuará la medida de la distancia entre caras del hexágono resultante, que será una media de 3 medidas efectuadas entre cada pata de caras. Esta medida se comparará con la medida que viene marcada por el fabricante en dicho émbolo. Análogamente, una vez comprimido el conjunto del émbolo cuerpo grapa, se repetirá la operación anterior, pero en este caso la media se efectuará con 12 medidas de las cuales 3 de ellas se efectuarán en la zona de émbolo y el resto en la zona del conductor.

6- Arrostramiento vertical y horizontal de los apoyos:

Antes de iniciar las operaciones de tensado, se atirantarán las torres de amarre de principio y final de la serie, siempre que no sean torres de fin de línea, en sentido de la línea y como un ángulo de los tirantes con la horizontal de 30°. Las crucetas de estos dos apoyos deberán ser atirantadas, siempre, para contrarrestar los esfuerzos verticales a los que se verán sometidas. El resto de los apoyos de amarre de la serie se ventearán en sentido contrario al del tensor que se venga efectuando. Este atirantado puede obviarse, contando con la autorización expresa del Ingeniero-Director, siempre que se colocaran en su posición de amarre los cables de dos cantones contiguos, con su tensión mecánica en ambos lados del apoyo. Esto es, de forma que el apoyo quede con la tensión mecánica equilibrada en ambos lados. Las crucetas de estos apoyos sí deberán ser atirantadas siempre.

7- Tensado:

Esta operación, posterior a la de tendido, consiste en poner a flecha aproximada los cables de la serie, previo amarre de los mismos en uno de sus extremos, por medio de las cadenas y grapas correspondientes, sin sobrepasar nunca la tensión de flecha. En caso de que la serie esté formada por más de un cantón, la tensión a la que llevará toda la serie será inferior a la menor de todos los cantones.

8- Regulado y medición de flechas:

Regulado:

Una vez se haya producido el asentamiento de los cables, se procederá a la operación de regulado, que consiste en poner los cables a la flecha indicada en las Tablas de Tendido para la temperatura del cable en ese momento.

El afino de la regulación se hará con cabrestante auxiliar de mano colocado en serie con la máquina o sistema de tracción y la comprobación por medio de la flecha.

Para efectuar la operación de regulado, se divide la longitud de la línea en tramos de longitud variable, según sea la situación de los apoyos de amarre. A cada uno de estos tramos entre cadenas de amarre se le denominará “cantón”.

Se denominan “Vanos de Regulación” de un cantón aquéllos en los que se ha de medir la flecha, es decir, donde se ha de efectuar la regulación de los conductores. Se elegirá como tales los de mayor longitud y menor desnivel. Los denominados como “Vanos de Comprobación” son aquellos en los que se contrastarán los errores motivado por la imperfección del sistema empleado en el reglaje, especialmente por lo que se refiere a los rozamientos habidos en las poleas.

Medición de flechas:

La medición de las flechas, deberá realizarse con aparatos topográficos de precisión.

Para la determinación de la temperatura, se utilizará un termómetro centesimal, instalación en un trozo de conductor o bien alojado en el mismo en sustitución del alma de acero. Cualquier variación de la Temperatura en $\pm 5^{\circ}\text{C}$ sobre la fijada para el marcado de flechas dará lugar a la corrección de las marcas para los distintos cables de la serie en las diversas operaciones.

9- Compensación de cadenas e instalación de grapas de suspensión:

Compensación de cadenas:

El proceso de compensación de cadenas será el siguiente:

- Se tomará como base la tabla de corrección de cadenas de cada uno de los cantones, en la que vendrá indicada la magnitud en cm de la corrección y el sentido de la misma.
- Se determinará como punto de referencia para las magnitudes de corrección, la proyección vertical del punto de fijación de la cadena sobre el conductor.
- A partir de este punto de referencia y con el sentido indicado en las tablas se llevará la magnitud de corrección correspondiente, que dará lugar a la marca del punto de engrape.
- Esta operación se repetirá en todas las torres de suspensión del cantón antes de proceder al engrapado.
- Si una vez engrapado el conductor se comprueba que por no haberlo marcado bien la grapa no se ha puesto en el lugar correcto y que, por tanto, la cadena no queda dentro de los límites de tolerancia indicados, se procederá a desengrapar el conductor y a engrapar de nuevo considerando dichos límites de tolerancia.

Instalación de grapas de suspensión:

El procedimiento de instalación es el siguiente:

- En primer lugar procederemos a instalar los manguitos de neopreno, centrándolos en el punto de engrapado ya definido; las dos mitades de los manguitos quedarán situadas de forma que su plano de unión sea horizontal.
- En segundo lugar se procederá a la colocación de las varillas de protección comenzando su instalación por el centro de la misma, aplicándose sobre el conducto primero hacia un extremo y después hacia el otro.
- El sentido del cableado de las varillas deberá ser el mismo que el de la capa externa de conductor sobre el que vaya a ser aplicado.

Una vez finalizada la colocación de todas las varillas se procederá a la instalación de la grapa de suspensión.

10- Control de calidad:

Antes de iniciar los trabajos se realizará una revisión conjunta por parte del Ingeniero-Director y el Contratista, de las herramientas, útiles, máquinas a emplear en la realización de los trabajos.

En el transcurso de la obra en intervalos comprendidos entre uno y medio y dos meses, se realizarán revisiones similares a la antes mencionada.

Ninguna modificación de los elementos definidos para la obra (programa, persona, maquinaria, herramienta y proyecto) podrá ser realizada sin la autorización previa del Ingeniero-Director.

El Contratista, deberá cumplir todos los requisitos establecidos para la ejecución de los trabajos, debiendo facilitar al Ingeniero-Director los siguientes protocolos:

- Protocolo de mantenimiento de las máquinas y herramientas principales a utilizar en los trabajos
- Protocolo de tendido de conductores y medición de empalmes y grapas, como indicación de los datos complementarios, relación de bobinas empleadas en cada cantón indicando longitud empleada y metros sobrantes.
- Protocolo de comprobación de regulado de las flechas de cada cantón, en los vanos de Regulación y Comprobación, así como las temperaturas y las tolerancias en flecha.
- Relación de daños producidos tanto a terceros como a instalaciones de la obra, incluidos los materiales que le hayan sido suministrados por parte de la Propiedad.

11- Normas de seguridad específicas:

Tanto el cabrestante como el freno deberán disponer de elementos de puesta a tierra. El Contratista, dispondrá de los juegos de puesta a tierra necesarios, así como de detectores de tensión a distancia preferentemente de tipo acústico.

En todos los trabajos en proximidad de elementos con tensión eléctrica, se observará lo dispuesto en las “Prescripciones de Seguridad y Primeros Auxilios” redactadas por la Comisión de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA y “Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas” de UNELCO-AMYS.

En los cruzamientos sobre vías públicas de comunicación se situarán operarios a ambos lados del cruzamiento, según lo dispuesto en el vigente Código de Circulación, provisto de emisoras y de señales indicadoras de peligro, disponiendo asimismo la instalación de las señales de tráfico reglamentarias.

Se dispondrá de un Plan de Seguridad para atención y evacuación de accidentados.

- Instalaciones de cables a tierra:

Cable de tierra convencional:

Se remite a lo indicado para los conductores, teniéndose en cuenta la sección del cable de tierra para la utilización de las poleas y maquinarias adecuadas a la misma.

Placas de peligro de muerte y numeración de los apoyos

Los apoyos llevarán la siguiente identificación:

- Numeración.
- Nombre de la Línea.
- Advertencia de riesgo eléctrico.

Fijación de la identificación:

En el caso de la numeración, ésta irá rotulada con plantilla.

Las placas con el nombre de la línea y con la advertencia de riesgo eléctrico se sujetan de la forma que se describe a continuación, siempre y cuando el montante del apoyo traiga de fábrica un taladro expreso para su fabricación. Se prohíbe terminantemente realización de taladros para la fijación de las placas.

Para la fijación de la placa se empleará uno de estos métodos.

- Brida + Prolongación.

La brida se sujeta al montante del apoyo, y la placa se fija en la prolongación.

- Cinta adhesiva de doble cara de espuma acrílica.

Se prestará especial atención en la esmerada limpieza de las partes a unir.

Líneas de media tensión

Cada apoyo dispondrá de:

- Una numeración de apoyo.
- Una placa de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-21 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS).

Líneas de transporte

Cada apoyo dispondrá de:

- Dos numeraciones de apoyo
- Dos nombres de la línea. En caso de simple circuito, en el sentido de la línea y en las caras anterior y posterior del mismo. En caso de doble circuito, dos identificaciones.

Dos placas de advertencia de riesgo eléctrico con adicional del tipo CE-29 según documento PRA - 1.4 - 10 de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA para la Industria Eléctrica (AMYS). Se colocarán de forma que sean visibles, y nunca en la misma cara de apoyo.

7.3.3. Condiciones de mantenimiento, uso y seguridad

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar. El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

7.3.3.1. Mantenimiento o conservación

- Conductores.

Cada 2 años, o después de producirse algún incidente en la instalación, se comprobará mediante inspección visual la resistencia mecánica, la resistencia a la corrosión y se medirá el aislamiento de los conductores entre fases y entre cada fase y neutro.

- Protecciones mecánicas y de señalización.

Estado de las mismas.

- Terminales y empalmes.

Revisión de empalmes y conexiones. Revisión del estado cajas terminales.

- Elementos de protección y maniobra.

Cada 2 años se comprobará el funcionamiento de todas las protecciones y elementos de maniobra por personal especializado.

- Tomas de tierra.

Una vez al año y en la época más seca, se revisará la continuidad del circuito y se medirá la puesta a tierra.

Una vez cada cinco años se descubrirán para examen los conductores de enlace en todo su recorrido, así como los electrodos de puesta a tierra.

Cada 5 años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación a la sección de los conductores que protegen.

Revisión general de la instalación cada 10 años por personal cualificado.

7.3.3.2. Reparación y reposición

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

7.3.3.3. Medidas de seguridad

Medidas de seguridad en obras y otras actividades en las que se produzcan movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas.

Para la prevención del riesgo eléctrico en actividades en las que se producen o pueden producir movimientos o desplazamientos de equipos o materiales en la cercanía de líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas deberá actuarse de la siguiente forma:

- Antes del comienzo de la actividad se identificarán las posibles líneas aéreas, subterráneas u otras instalaciones eléctricas existentes en la zona de trabajo, o en sus cercanías.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, existe riesgo de que una línea subterránea o algún otro elemento en tensión protegido pueda ser alcanzado, con posible rotura de su aislamiento, se deberán tomar las medidas preventivas necesarias para evitar tal circunstancia.
- Si, en alguna de las fases de la actividad, la presencia de líneas aéreas o de algún otro elemento en tensión desprotegido, puede suponer un riesgo eléctrico para los trabajadores y, por las razones indicadas en el artículo 4.4 de del Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, dichas líneas o elementos no pudieran desviarse o dejarse sin tensión, se aplicará lo dispuesto en la parte A de este anexo.

A efectos de la determinación de las zonas de peligro y proximidad, y de la consiguiente delimitación de la zona de trabajo y vías de circulación, deberán tenerse especialmente en cuenta:

- Los elementos en tensión sin proteger que se encuentren más próximos en cada caso o circunstancia.
- Los movimientos o desplazamientos previsibles (transporte, elevación y cualquier otro tipo de movimiento) de equipos o materiales.

7.3.4. Inspecciones periódicas

7.3.4.1. Certificados de inspecciones periódicas

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en un mes desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

7.3.4.2. Inspecciones periódicas de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

7.3.4.3. Inspecciones periódicas del resto de instalaciones eléctricas

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

Los titulares de la instalación están obligados a facilitar el libre acceso a las mismas a los técnicos inspectores de estos Organismos, cuando estén desempeñando sus funciones, previa acreditación y sin perjuicio del cumplimiento de los requisitos de seguridad laboral preceptivos.

7.3.4.4. De la gravedad de los defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a

los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.

7.4. Pliego de condiciones técnico. Centros de transformación

7.4.1. Características, calidades, y condiciones generales de los materiales de obra civil y eléctricos

El Centro de Transformación tipo Interior podrá ser realizado en obra civil o ser de tipo prefabricado. En el primero de ellos se definirán sus dimensiones, elementos constructivos como cimentación, estructura, cerramientos, revestimientos, pavimento, albañilería, carpintería, acceso y canales para cables, fosos para transformadores, desagües, alumbrado interior y protección contra incendios.

Con respecto al de tipo prefabricado, se describirá indicando el fabricante, el modelo, sus características constructivas, dimensiones y homologación del mismo.

7.4.1.1. Obra civil

Las envolventes empleadas en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

7.4.1.2. Instalación eléctrica

Todos los materiales eléctricos deberán contar con los certificados emitidos por laboratorios acreditados, sobre cumplimiento de las normas UNE que le sean exigibles.

Celdas de maniobra y protección:

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir con el aislamiento y corte.

Aislamiento:

El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.

Corte:

El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Transformador de potencia:

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características. En el presente proyecto solo se instalará uno.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

Conectores:

Los cables de entrada y salida, así como los de unión de la celda de protección con el transformador se realizará mediante bornes enchufables normalizados en el caso de las celdas de línea y con conos y bornes enchufables en el caso de la celda de protección.

La conexión de los cables de entrada y salida de línea de A.T. en las celdas de SF₆ se realizará mediante conectores estancos de 400 A de intensidad nominal y atornillables.

La conexión entre la protección del transformador de potencia y las bornes del primario del mismo, se realizará mediante conectores estancos enchufables de 200 A de intensidad nominal.

Conductor de baja tensión. Transformador-Cuadro de baja tensión:

El cable que se utilizará en el puente de BT es del tipo RHZ1 Al, 18/30kV 1x240 mm² Al + H16.

Aparatos de medida:

Los aparatos de medida deberán ser contrastados en laboratorios oficiales, a costa del adjudicatario suministrador o pedir su verificación oficial si así lo ordena el Director de las Obras.

Otros materiales:

El resto de los materiales como aisladores, pértigas, etc. serán sometidos a prueba, limitándose las diligencias previas para su recepción a un reconocimiento por parte del Director de Obras.

7.4.2. Condiciones de ejecución y montaje

7.4.2.1. Consideraciones previas y generales

Las instalaciones de Centros de Transformación de tipo Interior serán ejecutadas por instaladores eléctricos autorizados, para el ejercicio de esta actividad, según DECRETO 141/2009 y deberán realizarse conforme a lo que establece el presente Pliego de Condiciones Técnicas Particulares y a la reglamentación vigente, cumpliéndose además, todas las disposiciones legales que sean de aplicación en materia de seguridad y salud en el trabajo. Como regla general, todas las obras se ejecutarán con materiales de calidad reconocida, de acuerdo con los planos del proyecto, y cualquier modificación en cuanto a formas, sistemas de protección, puesta a tierra, medidas, número de aparatos, calidad, etc., sólo podrá realizarse previa autorización por escrito del Ingeniero-Director de la obra.

El Ingeniero-Director rechazará todas aquellas partes de la instalación que no cumplan los requisitos para ellas exigidas, obligándose la empresa instaladora autorizada o Contratista a sustituirlas a su cargo.

En los lugares de ejecución se encontrarán presentes, como mínimo dos operarios, que deberán utilizar guantes, alfombras aislantes, demás materiales y herramientas de seguridad.

Se realizarán cuantos análisis y pruebas se ordenen por la Dirección de obra aunque no estén indicadas en este Pliego, los cuales se ejecutarán en los laboratorios que elija la Dirección, siendo los gastos ocasionados por cuenta de la Contrata.

Este control previo no constituye recepción definitiva, pudiendo ser rechazados por la Dirección de obra, aún después de colocado, si no cumpliese con las condiciones exigidas en este Pliego de Condiciones, debiendo ser reemplazados por la contrata por otros que cumplan con las calidades exigidas.

Se comprobará que todos los elementos y componentes de la instalación del Centro de Transformación coinciden con su desarrollo en el proyecto, y en caso contrario se redefinirá en presencia de la Dirección Facultativa.

7.4.2.2. Movimiento de tierras

En caso de tener que realizar un vaciado de solar donde se vaya a ubicar el Centro de Transformación, se hará por procedimientos mecánicos teniendo en cuenta las prescripciones sobre seguridad de personas y cosas.

La apertura de zanjas se hará igualmente con retroexcavadora con refilo a mano.

La carga y transporte a vertedero autorizado de las tierras sobrantes será por cuenta del Contratista.

7.4.2.3. Montaje del centro de transformación

Se deberá realizar el transporte, carga y descarga de los elementos constitutivos del Centro de Transformación sin que éstos sufran daño alguno ni en su estructura ni en su aparamenta; para ello deberán usarse los medios de fijación previstos por el fabricante para su traslado y ubicación.

La colocación del Transformador en su celda se realizará de forma que éste quede correctamente instalado sobre las vigas de apoyo de la misma, colocando los bornes de A.T.

para el lado del fondo. Una vez instalado el Transformador, se realizarán las conexiones previstas en el lado de A.T. y en el de B.T.

7.4.2.4. Instalaciones de puesta a tierra

Los conductores de las líneas de tierra deben instalarse procurando que su recorrido sea lo más corto posible evitando trazados tortuosos y curvas de poco radio. Con carácter general se recomienda que sean conductores desnudos instalados al exterior de forma visible.

En el caso de que fuese conveniente realizar la instalación cubierta, deberá serlo de forma que pueda comprobarse el mantenimiento de sus características.

En las líneas de tierra no podrán insertarse fusibles ni interruptores.

Los empalmes y uniones deberán realizarse con medios de unión apropiados, que aseguren la permanencia de la unión, no experimenten al paso de la corriente calentamientos superiores a los del conductor, y estén protegidos contra la corrosión galvánica.

En la instalación de los electrodos se procurará utilizar las capas de tierra más conductoras haciéndose la colocación de electrodos con el mayor cuidado posible en cuanto a la compactación del terreno.

7.4.3. Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad

7.4.3.1. Mantenimiento

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas de los Centros de Transformación son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

El titular o la Propiedad de la instalación eléctrica no están autorizados a realizar operaciones de modificación, reparación o mantenimiento. Estas actuaciones deberán ser ejecutadas siempre por una empresa instaladora autorizada.

Durante la vida útil de la instalación, los propietarios y usuarios de las instalaciones eléctricas de generación, transporte, distribución, conexión, enlace y receptoras, deberán mantener

permanentemente en buen estado de seguridad y funcionamiento sus instalaciones eléctricas, utilizándolas de acuerdo con sus características funcionales.

La Propiedad o titular de la instalación deberá presentar, junto con la solicitud de puesta en servicio de la instalación que requiera mantenimiento, conforme a lo establecido en las "Instrucciones y Guía sobre la Legalización de Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión" (anexo VII del Decreto 141/2009), un contrato de mantenimiento con empresa instaladora autorizada inscrita en el correspondiente registro administrativo, en el que figure expresamente el responsable técnico de mantenimiento.

Para aquellas instalaciones nuevas o reformadas, será preceptiva la aportación del contrato de mantenimiento junto a la solicitud de puesta en servicio.

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Las actuaciones de mantenimiento sobre las instalaciones eléctricas son independientes de las inspecciones periódicas que preceptivamente se tengan que realizar.

7.4.3.2. Condiciones de seguridad en las celdas y puesta en servicio

Para la protección del personal y equipos en las operaciones que deba realizarse en los Centros de Transformación, se garantizará que:

- No será posible acceder a las zonas en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamiento interno de las celdas debe interesar al mando del aparato principal del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso de los cables.
- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF₆. El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT.
- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios. Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la maniobra.

Asimismo el Centro de Transformación deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

La anchura de los pasillos debe observar el Reglamento de Alta Tensión (ITC-RAT 14, apartado 5.1), e igualmente, debe permitir la extracción total de cualquiera de las celdas instaladas, siendo por lo tanto la anchura útil del pasillo superior al mayor de los fondos de esas celdas. En el interior del Centro de Transformación no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

La instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Antes de la puesta en servicio en carga del Centro de Transformación, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

- Aparatos de maniobra:

Los conjuntos prefabricados de aparamenta bajo envolvente metálica, deberán cumplir con lo especificado en la norma UNE-EN 60298 y en las instrucciones ITC RAT- 06, ITC RAT-16

- Maniobras:

El personal encargado de realizar las maniobras, estará debidamente autorizado y adiestrado. Para la realización de las maniobras oportunas en el Centro de Transformación se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben prestarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

Cada grupo de celdas llevará una placa de características con los siguientes datos:

- Nombre del fabricante

- Tipo de aparamenta y número de fabricación
- Año de fabricación
- Tensión nominal
- Intensidad nominal
- Intensidad nominal de corta duración
- Frecuencia nominal

Junto al accionamiento de la aparamenta de las celdas, se incorporarán de forma gráfica y clara las marcas e indicaciones necesarias para la correcta manipulación de dicha aparamenta.

Las maniobras se realizarán con el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada y a continuación la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos al transformador trabajando en vacío para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de Alta Tensión, se procederá a conectar la red de Baja Tensión.

- Protecciones:

De acuerdo con la ITC RAT-09 los Centros de Transformación estar protegidos contra los efectos peligrosos, térmicos y dinámicos que pueden originar las corrientes de cortocircuito y las de sobrecarga cuando estas puedan producir averías y daños en las citadas instalaciones.

Protecciones contra sobreintensidades:

En el punto 1 de la ITC RAT-09, se indica que contra las sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos o cortacircuitos fusibles.

Protección contra incendios:

Las medidas de protección contra incendios a adoptar en los Centros de Transformación estarán de acuerdo con lo establecido en el apartado 4.1 de la ITC RAT- 14 y Reglamentaciones específicas aplicables, considerándose los dos sistemas de protección contra incendios posible, bien de tipo pasivo o de tipo activo

Reparación / Reposición:

Siempre que se revisen las instalaciones, se repararán los defectos encontrados y, en el caso que sea necesario, se repondrán las piezas que lo precisen.

7.4.4. Inspecciones periódicas

Las inspecciones periódicas sobre las instalaciones eléctricas de Alta Tensión son independientes de las actuaciones de mantenimiento que preceptivamente se tengan que realizar.

Las instalaciones de media y alta tensión serán sometidas a una inspección periódica al menos cada tres años.

En cualquier caso, estas inspecciones serán realizadas por un Organismo de Control Autorizado (O.C.A.), libremente elegido por el titular de la instalación.

7.4.4.1. Certificados de inspecciones periódicas

Los certificados de inspección periódica se presentarán según modelo oficial previsto en el anexo VIII del DECRETO 141/2009 de 10 de noviembre, haciendo mención expresa al grado de cumplimiento de las condiciones reglamentarias, la calificación del resultado de la inspección, la propuesta de las medidas correctoras necesarias y el plazo máximo de corrección de anomalías, según proceda.

Los certificados deberán ser firmados por los autores de la inspección estando visados por el correspondiente Colegio Oficial de profesionales con competencias en la materia, en un mes desde su realización. Cuando se trate de un técnico adscrito a un OCA, éste estampará su sello oficial.

7.4.4.2. Inspecciones periódicas de las instalaciones de transporte y distribución de energía eléctrica

Las instalaciones de producción en régimen ordinario, así como las de transporte y distribución de energía eléctrica, serán revisadas periódicamente por un OCA o por un técnico titulado con competencia equivalente a la requerida para la puesta en servicio de la instalación, libremente elegidos por el titular de la instalación.

7.4.4.3. Inspecciones periódicas del resto de instalaciones eléctricas

El titular de la instalación eléctrica estará obligado a encargar a un OCA, libremente elegido por él, la realización de la inspección periódica preceptiva, en la forma y plazos establecidos reglamentariamente.

Las instalaciones eléctricas de Baja Tensión que, de acuerdo con la Instrucción ITC-BT-05 del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, estén sometidas a inspecciones periódicas, deberán referenciar los plazos de revisión tomando como fecha inicial la de puesta en servicio o la de antigüedad, según se establece en el anexo VII del Decreto 141/2009.

7.4.4.4. De la gravedad de los defectos detectados en las inspecciones de las instalaciones y de las obligaciones del titular y de la empresa instaladora

Cuando se detecte, al menos, un defecto clasificado como muy grave, el OCA calificará la inspección como "negativa", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que remitirá, además de al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección, a la Administración competente en materia de energía.

Para la puesta en servicio de una instalación con Certificado de Inspección "negativo", será necesaria la emisión de un nuevo Certificado de Inspección sin dicha calificación, por parte del mismo OCA una vez corregidos los defectos que motivaron la calificación anterior. En tanto no se produzca la modificación en la calificación dada por dicho Organismo, la instalación deberá mantenerse fuera de servicio. Con independencia de las obligaciones que correspondan al

titular, el OCA deberá remitir a la Administración competente en materia de energía el certificado donde se haga constar la corrección de las anomalías.

Si en una inspección los defectos técnicos detectados implicasen un riesgo grave, el OCA está obligado a requerir, al titular de la instalación y a la empresa instaladora, que dejen fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, procediendo al precinto total o parcial de la instalación y comunicando tal circunstancia a la Administración competente en materia de energía. La inspección del OCA para poner de nuevo en funcionamiento la instalación se hará dentro de las 24 horas siguientes a la comunicación del titular de que el defecto ha sido subsanado.

Si a pesar del requerimiento realizado el titular no procede a dejar fuera de servicio la parte de la instalación o aparatos afectados, el OCA lo pondrá en conocimiento de la Administración competente en materia de energía, identificando a las personas a las que comunicó tal requerimiento, a fin de que adopte las medidas necesarias.

Si en la inspección se detecta la existencia de, al menos, un defecto grave o un defecto leve procedente de otra inspección anterior, el OCA calificará la inspección como "condicionada", haciéndolo constar en el Certificado de Inspección que entregará al titular de la instalación y a los profesionales presentes en la inspección. Si la instalación es nueva, no podrá ponerse en servicio en tanto no se hayan corregido los defectos indicados y el OCA emita el certificado con la calificación de "favorable". A las instalaciones ya en funcionamiento el OCA fijará un plazo para proceder a su corrección, que no podrá superar los seis meses, en función de la importancia y gravedad de los defectos encontrados. Transcurrido el plazo establecido sin haberse subsanado los defectos, el OCA emitirá el certificado con la calificación de "negativa", procediendo según lo descrito anteriormente.

Si como resultado de la inspección del OCA no se determina la existencia de ningún defecto muy grave o grave en la instalación, la calificación podrá ser "favorable". En el caso de que el OCA observara defectos leves, éstos deberán ser anotados en el Certificado de Inspección para constancia del titular de la instalación, con indicación de que deberá poner los medios para subsanarlos en breve plazo y, en cualquier caso, antes de la próxima visita de inspección.



8. ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

8.1. Objeto

El objeto de este documento es definir el estudio básico de seguridad y salud, para el presente proyecto.

Cumpliendo con el real decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, “Disposiciones mínimas de salud en las obras de construcción”, el Estudio Básico contempla la identificación de los riesgos laborales, las medidas preventivas y las normas de seguridad y salud aplicables durante la ejecución de los trabajos en obra.

8.2. Obligaciones del contratista

Siguiendo las instrucciones del real decreto 1627/1997, antes del inicio de los trabajos en obra, la empresa adjudicataria de la obra, estará obligada a elaborar un “Plan de seguridad y salud en el trabajo”, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones que se adjuntan en el estudio básico.

8.3. Actividades básicas

Durante la ejecución de los trabajos en obra se pueden destacar como actividades básicas:

Tendido de cable subterráneo (C.S.):

- Desplazamiento de personal
- Transporte de materiales y herramientas
- Apertura y acondicionamiento de zanjas por el tendido de cables
- Extendida de cables subterráneos
- Realización de conexiones en cables subterráneos

- Reposición de tierras, cierre de zanjas, compactación del terreno y reposición del pavimento
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario)

Tendido de línea aérea (L.A.):

- Desplazamiento de personal
- Transporte de materiales y herramientas
- Excavaciones por fundamentos de palos para líneas aéreas
- Hormigonado de fundamentos
- Elevación de palos de hormigón, madera y plancha
- Alzamiento y montaje de palos de “celosía”
- Montaje de hierros y aisladores en palos
- Extendida de conductores sobre los palos
- Realización de conexiones en líneas aéreas
- Montaje de equipos de maniobra y protección
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario)
- Operaciones específicas para realizar trabajos en tensión

Construcción centro de transformación (C.T.):

- Desplazamiento de personal
- Transporte de materiales y herramientas
- Obra civil por la construcción del edificio
- Excavaciones por los fundamentos de palos de líneas aéreas
- Hormigonado de fundamentos
- Levantamiento y montaje de palos de “celosía”
- Montaje de hierros y aisladores en los palos
- Montaje de equipos de maniobra, protección y transformadores
- Maniobras necesarias para retirar y restaurar la tensión de un sector de la red
- Desmontaje de instalaciones (si es necesario)

8.4. Identificación de riesgos

8.4.1. Riesgos laborales

- Caídas de personal al mismo nivel

- Por deficiencias de tierra
- Por pisar o tropezarse con objetos
- Por malas condiciones atmosféricas
- Por existencia de vertidos o líquidos

- Caídas de personal a distinto nivel

- Por desniveles, zanjas o taludes
- Por agujeros
- Desde escaleras, portátiles o fijas
- Desde andamio
- Desde techos o muros
- Desde apoyos
- Desde árboles

- Caídas de objetos

- Por manipulación manual
- Por manipulación con aparatos elevadores

- Desprendimientos, hundimientos o ruinas

- Apoyos
- Elementos de montaje fijos
- Hundimiento de zanjas, pozos o galerías

- Choques y golpes

C.S.	L.A.	C.T.
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
		X
		X
	X	X
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
	X	X
	X	X
X	X	X
X	X	X

- Contra objetos fijas y móviles
- Hundimiento de zanjas, pozos o galerías
- **Atrapamientos**
 - Con herramientas
 - Por maquinaria o mecanismos en movimiento
 - Por objetos
- **Cortes**
 - Con herramientas
 - Con máquinas
 - Con objetos
- **Proyecciones**
 - Por partículas sólidas
 - Por líquidos
- **Contactos térmicos**
 - Con fluidos
 - Con focos de calor
 - Con proyecciones
- **Contactos químicos**
 - Con sustancias corrosivas
 - Con sustancias irritantes
 - Con sustancias químicas
- **Contactos eléctricos**
 - Directos
 - Indirectas
 - Descargas eléctricas
- **Arco eléctrico**
 - Por contacto directo
 - Por proyección

C.S.	L.A.	C.T.
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X		X
X		X
X		X
X		X
X		X
X		X
X		X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

	C.S.	L.A.	C.T.
· Por explosión en corriendo continua	X	X	X
- Manipulación de cargas o herramientas	X	X	X
· Para desplazar, levantar o aguantar cargas	X	X	X
· Para utilizar herramientas	X	X	X
· Por movimientos repentinos	X	X	X
- Riesgos derivados del tráfico	X	X	X
· Choque entre vehículos y contra objetos fijos	X	X	X
· Atropellos	X	X	X
· Falladas mecánicas y tumbada de vehículos	X	X	X
- Explosiones	X		
· Por atmósferas explosivas	X		
· Por elementos de presión			
· Por voladuras o material explosivo			
- Agresión de animales	X	X	X
· Insectos	X	X	X
· Reptiles	X	X	X
· Perros y gatos	X	X	X
· Otros	X	X	X
- Ruidos	X	X	X
· Por exposición	X	X	X
- Vibraciones	X	X	X
· Por exposición	X	X	X
- Ventilación	X		X
· Por ventilación insuficiente	X		
· Por atmósferas bajas en oxígeno	X		X
- Iluminación	X	X	X
· Por iluminación ambiental insuficiente	X	X	X

- Por deslumbramientos y reflejos

- Condiciones térmicas

- Por exposición a temperaturas extremas
- Por cambios repentino en la temperatura
- Por estrés térmico

C.S.	L.A.	C.T.
X	X	X
X		X
X		X
		X
		X

8.4.2. Riesgos y daños a terceros

- Por la existencia de curiosos
- Por la proximidad de circulación vial
- Por la proximidad de zonas habitadas
- Por presencia de cables eléctricos con tensión
- Por manipulación de cables con corriente
- Por la existencia de cañerías de gas o de agua

C.S.	L.A.	C.T.
	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X
X	X	X

8.5. Medidas preventivas

Para evitar o reducir los riesgos relacionados, se adoptarán las siguientes medidas:

8.5.1. Prevención de riesgos laborales a nivel colectivo

- Se mantendrá la orden y la higiene en la zona de Trabajo.
- Se acondicionaran pasos por peatones.
- Se procederá al cierre, balizamiento y señalización de la zona de Trabajo
- Se dispondrá del número de botiquines adecuado al número de personas que intervengan en la obra.
- Las zanjas y excavaciones quedarán suficientemente manchadas y señalizadas.
- Se colocarán tapas provisionales en agujeros y arquetas hasta que no se disponga de las definitivas.

- Se revisará el estado de conservación de las escaleras portátiles y fijas diariamente, antes de iniciar el trabajo y nunca serán de fabricación provisional.
- Las escaleras portátiles no estarán pintadas y se trabajará sobre las mismas de la siguiente manera:
 - Sólo podrá subir un operario
 - Mientras el operario está arriba, otro aguantará la escalera por la base
 - La base de la escalera no sobresaldrá más de un metro del plan al que se quiere acceder
 - Las escaleras de más de 12 m se ligarán por sus dos extremos
 - Las herramientas se subirán mediante una cuerda y en el interior de una bolsa
 - Si se trabaja por encima de 2 m se utilizará cinturón de seguridad, anclado a un punto fijo diferente de la escalera
- Los andamios serán de estructura sólida y tendrán barandillas, barra a media altura y zócalo.
- Se evitará trabajar en diferentes niveles en la misma vertical y permanecer debajo de cargas suspensas.
- La maquinaria utilizada (excavación, elevación de material, tendido de cables, etc.) sólo será manipulada por personal especializado.
- Antes de iniciar el trabajo se comprobará el estado de los elementos situados por encima de la zona de Trabajo
- Las máquinas de excavación dispondrán de elementos de protección contra vuelcos.
- Se procederá al apuntalado de las zanjas siempre que el terreno sea blando o se trabaje además de 1,5 m de profundidad.
- Se comprobará el estado del terreno antes de iniciar la jornada y después de lluvia intensa.
- Se evitará el almacenado de tierras junto a las zanjas o agujeros de fundamentos.
- En todas las máquinas los elementos móviles estarán debidamente protegidas.
- Todos los productos químicos a utilizar (disolventes, grasas, gases o líquidos aislantes, aceites refrigerantes, pinturas, siliconas, etc.) se manipularán siguiendo las instrucciones de los fabricantes.
- Los armarios de alimentación eléctrica dispondrán de interruptores diferenciales y presas de tierra.
- Transformadores de seguridad por trabajos con electricidad en zonas húmedas o muy conductoras de la electricidad.
- Todo el personal tendrá que haber recibido una formación general de seguridad y además el personal que tenga que realizar trabajos en altura, formación específica en riesgos de altura.

- Por trabajos en proximidad de tensión el personal que intervenga tendrá que haber recibido formación específica de riesgo eléctrico.
- Los vehículos utilizados por transporte de personal y mercancías estarán en perfecto estado de mantenimiento y al cabo de la calle de la ITV.
- Se montará la protección pasiva adecuada a la zona de trabajo para evitar atropellos.
- En las zonas de trabajo que se necesite se montará ventilación forzada para evitar atmósferas nocivas.
- Se colocarán válvulas antiretroceso en los manómetros y en las cañas de los soldadores.
- Las botellas o contenedores de productos explosivos se mantendrán fuera de las zonas de Trabajo.
- El movimiento del material explosivo y las voladuras serán efectuados por personal especializado.
- Se observarán las distancias de seguridad con otros servicios, por el que se requerirá tener un conocimiento previo del trazado y características de las mismas.
- Se utilizarán los equipos de iluminación que se precisen según el desarrollo y características de la obra (adicional o socorro).
- Se retirará la tensión en la instalación en que se tenga que trabajar, abriendo con un corte visible todas las fuentes de tensión, poniéndolas a tierra y en cortocircuito. Para realizar estas operaciones se utilizará el material de seguridad colectivo que se necesite.
- Sólo se restablecerá el servicio a la instalación eléctrica cuando se tenga la completa seguridad de que no queda nadie trabajando.
- Por la realización de trabajos en tensión el contratista dispondrá de:
 - Procedimiento de trabajo específico.
 - Material de seguridad colectivo que se necesite aceptación de la empresa eléctrica del procedimiento de trabajo.
 - Vigilancia constante de la cabeza de trabajo en tensión

8.5.2. Prevención de riesgos laborales a nivel individual

El personal de obra tiene que disponer, a todos los efectos, del material de protección individual que se relaciona y que tiene la obligación de utilizar dependiente de las actividades que realice:

- Casco de seguridad.

-
- Ropa de trabajo adecuada por el tipo de trabajo que se haga.
 - Impermeable.
 - Calzado de seguridad.
 - Botas de agua.
 - Trepadores y elementos de sujeción personal para evitar caídas entre diferentes niveles.
 - Guantes de protección por golpes, cortes, contactos térmicos y contacto con sustancias químicas.
 - Guantes de protección eléctrica.
 - Guantes de goma, neopreno o similar para hormigonar, albañilerías, etc.
 - Ojeras de protección para evitar deslumbramientos, molestias o lesiones oculares, en caso de:
 - Arco eléctrico.
 - Soldaduras y oxidables.
 - Proyección de partículas sólidas.
 - Ambiente polvoriento.
 - Pantalla facial.
 - Orejeras y tapones por protección acústica.
 - Protección contra vibraciones en brazos y piernas.
 - Máscara autofiltrante para trabajos con ambiente polvoriento.
 - Equipos autónomos de respiración.
 - Productos repelentes de insectos.
 - Aparatos asusta-perros.
 - Pastillas de sal (estrés térmico)
 - Todo el material estará en perfecto estado de uso.

8.5.3. Prevención de riesgos de daños a terceros

- Vallado y protección de la zona de trabajo con balizas luminosas y carteles de prohibido el paso.
- Señalización de calzada y colocación de balizas luminosas en calles de acceso a zona de trabajo, a los desvíos provisionales por obras, etc.
- Riesgo periódico de las zonas de trabajo donde se genere polvo.

8.6. Normativa aplicable

La legislación aplicable al presente Plan de Seguridad y Salud es toda la normativa española en vigor de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad Industrial, siendo la más significativa la que se detalla a continuación:

- **Ley 31/1995**, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales. Revisión.
- **Ley 54/2003**, de 12 de diciembre, reforma de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- **Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión.**
- **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión y R.D. 842/2002.**
- **Ley 8/1980 de 20 de marzo.** Estatuto de los Trabajadores.
- **Real Decreto 171/2004**, de 30 de enero, por el que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995 en materia de coordinación de actividades empresariales.
- **Real Decreto 604/2006**, de 19 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997.
- **Real Decreto 614/2001**, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- **Real Decreto 842/2002.** Nuevo Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- **Real Decreto 3275/1982.** Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. Instrucciones Técnicas Complementarias.
- **Real Decreto 39/1997**, de 17 de enero. Reglamento de Servicios de Prevención.
- **Real Decreto 485/1997** en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- **Real Decreto 486/1997**, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- **Real Decreto 487/1997** relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- **Real Decreto 773/1997** relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal.
- **Real Decreto 1215/1997** relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- **Real Decreto 2177/2004**. Modificación del Real Decreto 1215/1997 de disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo en materia de trabajos temporales en altura.
- **Real Decreto 1627/1997** relativo a las obras de construcción.
- **Real Decreto 604/2006**, que modifica los Reales Decretos 39/1997 y 1627/1997.
- **Ley 32/2006** reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción.
- **Real Decreto 1109/2007** que desarrolla la Ley 32/2006.
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia del documento.



9. Conclusiones

Tal como se indica en los objetivos de este proyecto, a lo largo de este se ha estudiado el soterramiento de dos líneas aéreas de 25kV para la electrificación de una industria ubicada en la calle Vallès, 28, situada en el nexo del polígono de Santa Perpètua de Mogoda y Palau-solità i Plegamans.

El presente proyecto se ha llevado a cabo según el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLEAT) y el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC-RAT), así como las Normas Técnicas Particulares (NTP) de la compañía FECSA-ENDESA, la NTP de Líneas Aéreas de Media Tensión (NTP-LAMT), de líneas subterráneas (NTP-LSMT) y de los Centros de Transformación en edificio (NTP-CT).

Después de realizar los estudios y cálculos correspondientes siguiendo la normativa citada anteriormente, el proyecto realizado cuenta con la más estricta legalidad y cumple con las condiciones técnicas, de seguridad y de ejecución.

DECLARACIÓN DE HONOR

I declare that,

the work in this Degree Thesis is completely my own work,

no part of this Degree Thesis is taken from other people's work without giving them credit,
all references have been clearly cited,

I'm authorised to make use of the company's related information I'm providing in this document.

I understand that an infringement of this declaration leaves me subject to the foreseen disciplinary actions by *The Universitat Politècnica de Catalunya - BarcelonaTECH*.

Marc Redondo Sotos

10.06.94

Title of the Thesis : PROYECTO M.T./B.T. CON ENLACE C.D. EN EL POLÍGONO INDUSTRIAL DE PALAU DE PLEGAMANS

Bibliografia

ITC-RAT. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias. Junio 2014.

Norma Técnica Particular NTP-LSMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-LAMT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006.

Norma Técnica Particular NTP-CT. Condiciones técnicas y de seguridad de las instalaciones de distribución de Fecsa-Endesa. Octubre 2006

R.L.E.A.T.: Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad de líneas eléctricas de Alta Tensión. Febrero 2008.

Programas/webs

Imedexsa

<https://www.endesa.com/es.html>

<http://www.inael.com>

http://normativaconstruccion.cype.info/Seguridad_y_salud.html

<http://www.palauplegamans.cat>

<https://www.staperpetua.cat>

